

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT DARI
TANAMAN YODIUM (*Jatropha multifida* L.) SEBAGAI
PENGHASIL SENYAWA ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

**Oleh:
Lisca Rohmatul Farikhah
NIM 16620115**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT DARI
TANAMAN YODIUM (*Jatropha multifida* L.) SEBAGAI
PENGHASIL SENYAWA ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

**Oleh:
Lisca Rohmatul Farikhah
NIM 16620115**

**diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT DARI
TANAMAN YODIUM (*Jatropha multifida* L.) SEBAGAI
PENGHASIL SENYAWA ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

Oleh :
LISCA ROHMATUL FARIKHAH
NIM. 16620115

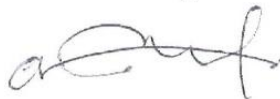
Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal : 18 Agustus 2021

Pembimbing I



Ir. Liliek Haranie AR, M.P
NIP. 19620901 199803 2 001

Pembimbing II



Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I
NIP. 19890113 20180201 1 244



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



Dr. Erika Sandi Savitri, M. P.
NIP. 197410182003122002

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT DARI
TANAMAN YODIUM (*Jatropha multifida* L.) SEBAGAI
PENGHASIL SENYAWA ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

Oleh :
LISCA ROHMATUL FARIKHAH
NIM. 16620115

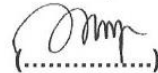
telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima
sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
(S.Si.)

Tanggal: 18 Agustus 2021

Penguji Utama : Prof. Dr.Ulfah Utami, M.Si
NIP. 19650509 199903 2 002

(.....)

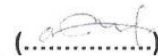
Ketua Penguji : Dr. Nur Kusmiyati, M.Si
NIP. 19890816 2016080 1 2061

(.....)

Sekretaris Penguji : Ir. Liliek Harianie AR, M.P
NIP. 19620901 199803 2 001

(.....)

Anggota Penguji : Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I
NIP. 19890113 20180201 1 244

(.....)



Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi


Dr. Evita Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji syukur atas keagungan nikmat dan karunia Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya dalam penyelesaian skripsi ini. Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Ayah dan ibu (Thosikin, S. T dan Mukaromah) yang sudah merawat, mendidik, mendoakan dalam setiap langkah, menyayangi dengan sepenuh hati, dan mendukung pendidikan serta karir saya.
2. Adik-adikku Mohammad Lathiful Fahmi Lauriansyah dan Carissa Oktalia Makhbubah yang mengisi hari-hariku dan memberikan banyak pelajaran tentang ketegasan. Mudah-mudahan skripsi ini bisa memotivasi adikku untuk belajar lebih giat.
3. Bapak dan ibu dosen pembimbing yang telah membimbing saya sehingga bias menyelesaikan tugas skripsi ini dengan baik. Tak lupa pula kepada seluruh dosen dan sivitas akademika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, semua bimbingan, fasilitas serta layanan yang diberikan sehingga mempermudah dalam menuju tahap ini.
4. Semua keluarga besar yang telah mendoakan dan mendukung saya.
5. Terima kasih teman-teman Gading Putih 2016 atas semua dukunganya dalam membantu menyelesaikan skripsi ini baik berupa materil maupun moril.
6. Teman sekaligus sahabat seperjuangan terutama Ainur Rohmah Eka Happy Susanti, Tifa Nusrotul Azizah, Dewi Qurrohta Wahyu Ningsih, dan Wildiah Nur Syafiqoh Putri atas bantuan, motivasi dan dukungannya selama ini.

PERNYATAAN ORISINALITAS TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lisca Rohmatul Farikhah
NIM : 16620115
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari
Tanaman Yodium (*Jatropha mulfida* L.) sebagai
Penghasil Senyawa Antibakteri.

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 18 Agustus 2021
Yang membuat pernyataan,



Lisca Rohmatul Farikhah
NIM. 16620115

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT DARI TANAMAN YODIUM (*Jatropha multifida* L.) SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA ANTIBAKTERI

Lisca Rohmatul Farikhah, Liliek Harianie AR, Oki Bagus Prasetyo

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman inang tanpa menyebabkan gejala-gejala penyakit dan dapat menghasilkan senyawa antibakteri yang sama dengan inangnya. Yodium (*Jatropha multifida*) merupakan tanaman yang memiliki banyak sekali khasiat sebagai obat tradisional dan memungkinkan adanya bakteri endofit yang berpotensi sebagai penghasil senyawa antibakteri seperti tanaman inangnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui genus dan senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri endofit dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) sebagai penghasil senyawa antibakteri. Metode yang dilakukan adalah dengan mengisolasi bakteri endofit dari batang, dan getah tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.). Uji aktivitas bakteri dilakukan terhadap dua jenis isolat bakteri yaitu bakteri Gram negatif *Pseudomonas aeruginosa*, dan bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus*. Pengamatan dilakukan secara makroskopis, mikroskopis meliputi pewarnaan Gram dan pewarnaan endospore, uji biokimia meliputi uji katalase, dan uji hidrolisis gelatin. Serta uji kualitatif metabolit sekunder antara lain uji alkaloid, flavonoid, tannin, dan saponin. Dan uji aktivitas antibakteri dengan difusi cakram dengan cara mengukur diameter zona bening yang terbentuk. Hasil yang didapatkan yaitu terdapat 8 isolat bakteri endofit yang merupakan genus *Veillonella* sp., *Micrococcus* sp., *Staphylococcus* sp., *Bacillus* sp., *Clostridium* sp. Isolat bakteri endofit pada tanaman yodium diketahui memiliki potensi sebagai antibakteri terbukti dengan terbentuknya zona hambat kategori rendah pada isolat BY-4, BY-5, GY1-4, GY1-5, GY2-5 dan kategori sedang pada isolat BY-3, GY-3, dan GY2-4 yang diujikan pada bakteri gram negatif *Pseudomonas aeruginosa*, dan terbentuknya zona hambat yang diujikan pada bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* dengan kategori rendah pada isolat BY-5, GY1-4, dan kategori sedang

pada isolat BY-3, GY-3, BY-4, GY2-4, GY1-5, dan GY 2-5. Bakteri endofit pada tanaman yodium memiliki kandungan metabolit sekunder antara lain alkaloid, flavonoid, tannin, dan saponin.

Kata kunci : Yodium, Bakteri endofit, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*.

ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF ENDOPHYTE BACTERIA FROM IODINE PLANTS (*Jatropha multifida* L.) AS A PRODUCER OF ANTIBACTERIAL COMPOUNDS

Lisca Rohmatul Farikhah, Liliek Harianie AR, Oki Bagas Prasetyo

Biology Department, Faculty Science and Technology, Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

Endophyte bacteria are bacteria that live in the tissues of the host plant without causing symptoms of the disease and can produce the same antibacterial compounds as their host. Iodine (*Jatropha multifida*) is a plant that has a lot of properties as a traditional medicine and allows the presence of endophyte bacteria that have the potential to produce antibacterial compounds such as host plants. The purpose of this study was to identify the genus and secondary metabolite compounds that are multiplied by endophytic bacteria from iodine plants (*Jatropha multifida* L.) as producers of antibacterial compounds. The method is to isolate endophytic bacteria from the stem, and the sap of the iodine plant (*Jatropha multifida* L.). Bacterial activity tests were conducted on two types of bacterial isolates, namely Gram-negative bacteria *Pseudomonas aeruginosa*, and Gram-positive bacteria *Staphylococcus aureus*. Observations are conducted macroscopically, microscopically including Gram staining and endospore staining, biochemical tests include catalytic tests, and gelatin hydrolysis tests. As well as qualitative tests of secondary metabolites include alkaloids, flavonoids, tannins, and saponins. And test antibacterial activity by diffusion of discs by measuring the diameter of the formed clear zone. The result is that there are 8 isolates of endophyte bacteria which are the genus *Veillonella* sp., *Micrococcus* sp., *Staphylococcus* sp., *Bacillus* sp., *Clostridium* sp. Endophytic bacteria isolates in iodine plants were known to have potential as antibacterials as evidenced by the formation of low category inhibition zones on isolates BY-4, BY-5, GY1-4, GY1-5, GY2-5 and medium category on isolates BY-3, GY- 3, and GY2-4 were tested on the gram-negative bacterium *Pseudomonas aeruginosa*, and the formation of an inhibition zone was tested on the gram-positive bacterium *Staphylococcus aureus* with a low category on isolates BY-5, GY1-4, and moderate category on

isolates BY-3, GY -3, BY-4, GY2-4, GY1-5, and GY 2-5. Endophytic bacteria in iodine plants contain secondary metabolites such as alkaloids, flavonoids, tannins, and saponins.

Key word: Iodine, Endophyte bacteria, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*

كمننج (*Jatropha multifida* L.) عزل وتوصيف بكتيريا البطانة من نبات اليود للمركبات المضادة للبكتيريا

أوكي باجاس براسيديو ، AR ليليك هارياتي ، ليسكا روماتول فريكة

قسم الأحياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، الجامعة الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج

نبذة مختصرة

هي بكتيريا تعيش في أنسجة النبات المضيف دون التسبب في أعراض *Endophyte* بكتيريا (*Jatropha multifida*) المرض ويمكن أن تنتج نفس المركبات المضادة للبكتيريا مثل مضيقها. اليود هو نبات له العديد من الخصائص كدواء تقليدي ويسمح بوجود بكتيريا (*Jatropha multifida*) التي لديها القدرة على إنتاج مركبات مضادة للبكتيريا مثل النباتات المضيفة. *endophyte* كان الغرض من هذه الدراسة هو التعرف على جنس ومركبات الأيض الثانوية التي تتكاثر كمنتجين للمركبات المضادة للبكتيريا. (*Jatropha multifida* L.) ببكتيريا نباتات اليود (*Jatropha multifida*) وتتمثل الطريقة في عزل البكتيريا الداخلية من الساق وعصارة نبات اليود تم إجراء اختبارات النشاط البكتيري على نوعين من العزلات البكتيرية ، وهما (*Jatropha multifida* L.) *Staphylococcus* سالبة الجرام والبكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* بكتيريا موجبة الجرام. يتم إجراء الملاحظات بشكل مجهرى ومجهري بما في ذلك تلطيخ *aureus* الجرام وتلطيخ الأبواغ ، وتشمل الاختبارات الكيميائية الحيوية الاختبارات التحفيزية واختبارات التحلل المائي الجيلاتيني. بالإضافة إلى الاختبارات النوعية للمستقلبات الثانوية ، تشمل الفلويات ، والفلافونويد ، والعفص ، والسابونين. واختبار النشاط المضاد للبكتيريا عن طريق انتشار الأفراس عن طريق قياس قطر المنطقة الصافية المشكلة. وكانت النتيجة أن هناك 8 عزلات *Micrococcus sp.* و *Veillonella sp.* وهي من جنس *endophyte* من بكتيريا من المعروف أن *Clostridium sp.* و *Bacillus sp.* و *Staphylococcus sp.* البكتيريا المعزولة داخليًا في نباتات اليود لها إمكانات كمضادات للبكتيريا كما يتضح من تكوين *GY2-5* و *GY1-5* و *GY1-4* و *BY-5* و *BY-4* مناطق تثبيط منخفضة الفئة على العزلات *GY2-4* و *GY2-3* تم اختبار *BY* و *BY-3* والفئة المتوسطة على العزلات *Pseudomonas aeruginosa* سالبة الجرام ، وتم اختبار تكوين منطقة تثبيط على بكتيريا *Staphylococcus aureus* و *BY-5* إيجابية الجرام مع فئة منخفضة على العزلات *Staphylococcus aureus* و *GY1-5* و *GY2-4* و *BY-4* و *BY-3* و *GY-3* ، وفئة معتدلة في العزلات *GY1-4* و *GY2-5* في نباتات اليود على مستقلبات ثانوية مثل الفلويات *Endophytic* تحتوي بكتيريا *Endophyte* ، *Pseudomonas aeruginosa* ، *Staphylococcus aureus* والكلمة الأساسية:

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbi'l'alam*, segala puji bagi Allah SWT, shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW. Berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul **“Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.) sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri”**.

Dalam penyusunan skripsi ini, tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Namun penulis menyadari bahwa laporan ini tidak akan berhasil tanpa adanya bantuan dari semua pihak yang telah membantu. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M. P, selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ir. Liliek Haranie AR, M. P, selaku dosen pembimbing utama yang selalu sabar dalam membimbing dan mengarahkan penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat-Nya.
5. Oky Bagus Prasetyo, M. Pd.I, selaku dosen pembimbing agama yang selalu memberikan arahan mengenai ayat al-qur'an beserta tafsir dan integrasi islam dengan penelitian yang penulis lakukan, sehingga penulis dapat mengambil pelajaran sesuai dengan perspektif agama islam. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan dan selalu melimpahkan rahmat-Nya.
6. Segenap Dosen yang telah membimbing penulis selama menempuh studi di Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Para staf dan pekerja di Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
8. Ayah dan ibu yang telah membesarkan, menyayangi, mendidik dengan sepenuh hati Semoga Allah SWT selalu

memberikan kesehatan dan selalu melimpahkan rahmat-Nya.

9. Saudara dan rekan-rekan yang senantiasa memberikan dorongan semangat, do'a, dan motivasi.

Dan terimakasih kepada semua pihak yang telah berperan dan memabantu dalam pembuatan skripsi ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dalam bidang ilmu pengetahuan khususnya bidang Mikrobiologi.

Malang, 18 Agustus 2021

Lisca Rohmatul Farikhah

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
نبذة مختصرة	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	7
1.3. Tujuan.....	8
1.4. Manfaat.....	8
1.5. Batasan Masalah	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
2.1 Bakteri Endofit.....	10
2.2 Tanaman Yodium (<i>Jatropha multifida</i> L.)	11
2.3 Isolasi Mikroba	15
2.4. Bakteri Uji.....	17
2.5. Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Rancangan Penelitian	19
3.3 Variabel Penelitian	19
3.4 Alat dan Bahan	20
3.5 Prosedur.....	20
3.6 Teknik Analisis	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Karakterisasi Bakteri Endofit Tanaman Yodium (<i>Jatropha multifida</i> L.)	28
4.1.1 Isolasi Bakteri Endofit Pada Tanaman Yodium (<i>Jatropha multifida</i> L.)	28
4.1.2 Karakteristik Makroskopik	29
4.1.3 Karakteristik Mikroskopis	31
4.1.4 Biokimia	36

4.2	Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Tanaman Yodium (<i>Jatropha multifida</i> L.)	40
4.2.1	Kurva Pertumbuhan Bakteri Endofit	40
4.2.2	Kandungan Fitomikia Bakteri Endofit Tanaman Yodium (<i>Jatropha multifida</i> L.)	42
4.2.3	Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Tanaman Yodium (<i>Jatropha multifida</i> L.) terhadap Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>, dan <i>Staphylococcus aureus</i>.	46
BAB V	PENUTUP	54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54
	DAFTAR PUSTAKA	55
	LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Yodium.....	28
Tabel 4.2 Hasil Identifikasi Bakteri Endofit secara Makroskopis	30
Tabel 4.3 Hasil Identifikasi Bakteri Endofit secara Mikroskopis	32
Tabel 4.4 Hasil Uji Biokimia Bakteri Endofit	36
Tabel 4.5 Hasil Uji Fitokimia Bakteri Endofit	43
Tabel 4.6 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Tanaman Yodium (<i>Jatropha multifida</i> L.).....	12
Gambar 2.2.	Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	18
Gambar 4.1.	Hasil Pewarnaan Gram.....	33
Gambar 4.2.	Hasil Pewarnaan Endospora.....	34
Gambar 4.3.	Kurva Pertumbuhan Bakteri Endofit.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Gambar Hasil Isolasi Bakteri Endofit pada Tanaman Yodium	53
Lampiran 2.	Gambar Hasil Pewarnaan Gram Bakteri Endofit	54
Lampiran 3.	Gambar Hasil Pewarnaan Endospora Bakteri Endofit	55
Lampiran 4.	Gambar Hasil Uji Biokimia Katalase Bakteri Endofit	55
Lampiran 5.	Gambar Hasil Uji Biokimia Hidrolisis Gelatin Bakteri Endofit	56
Lampiran 6.	Gambar Hasil Diagram Karakterisasi Bakteri Endofit	58
Lampiran 7.	Gambar Hasil Uji Metabolit Sekunder Alkaloid	60
Lampiran 8.	Gambar Hasil Uji Metabolit Sekunder Flavonoid	60
Lampiran 9.	Gambar Hasil Uji Metabolit Sekunder Tannin	61
Lampiran 10.	Gambar Hasil Uji Metabolit Sekunder Saponin	62
Lampiran 11.	Gambar Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit	63
Lampiran 12.	Gambar Bukti Konsultasi Skripsi	76
Lampiran 13.	Gambar Bukti Konsultasi Agama	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses pengambilan atau pemisahan mikroorganisme dari lingkungan atau substratnya yang kemudian ditumbuhkan pada media tanam yang sesuai di laboratorium disebut dengan isolasi mikroorganisme. Proses isolasi memiliki keuntungan yaitu tidak memerlukan simplisia dalam jumlah besar untuk mengambil metabolit sekunder tanaman, sehingga pelestarian tanaman tersebut tidak terganggu (Sarles, 1956). Isolasi merupakan proses yang penting dalam mengidentifikasi mikroorganisme. Pemisahan satu jenis mikroorganisme dengan mikroorganisme yang lain merupakan prinsip penting dalam proses isolasi mikroorganisme. Mengisolasi bakteri perlu adanya media pembiakan, dimana media ini berfungsi untuk tempat pertumbuhan bakteri, sumber nutrisi bakteri, penghitungan jumlah koloni bakteri, dan menguji sifat-sifat bakteri (Pelczar, 1986).

Mikroba merupakan organisme hidup yang berukuran kecil (mikro), tergolong ke dalam prokaryot seperti virus dan bakteri, serta dapat tergolong ke dalam eukaryote seperti alga dan protozoa. Mikroba memiliki peran penting dalam kehidupan (Nester, 2009). Allah SWT menciptakan segala sesuatu bukan tanpa alasan. Tidak satu pun di dunia ini yang Allah SWT ciptakan dengan sia-sia atau tidak bermanfaat. Seringkali bakteri dianggap sebagai makhluk yang merugikan bahkan menyebabkan beberapa penyakit. Akan tetapi, dalam hal tertentu ada beberapa spesies

bakteri yang dapat bermanfaat bagi kita dalam kehidupan sehari-hari. Tidak semua bakteri bersifat patogen atau merugikan, ada pula bakteri yang dapat menguntungkan apabila manusia mau mempelajari dan memanfaatkannya. Oleh sebab itu, tidak ada hal yang sia-sia atas ciptaan Allah SWT. Sudah sepatutnya bagi manusia untuk memikirkan dan mempelajari serta memanfaatkan sebaik mungkin apa yang telah Allah SWT ciptakan. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Al Baqarah (26):

﴿إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا ۚ فَأَمَّا الَّذِينَ آمَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۖ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا ۚ يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا ۚ وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ﴾

Artinya : *“Sesungguhnya Allah tidak segan membuat perumpamaan seekor nyamuk atau yang lebih kecil dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, mereka tahu bahwa itu kebenaran dari Tuhan. Tetapi mereka yang kafir berkata, “Apa maksud Allah dengan perumpamaan ini?” Dengan (perumpamaan) itu banyak orang yang dibiarkan-Nya sesat, dan dengan itu banyak (pula) orang yang diberi-Nya petunjuk. Tetapi tidak ada yang Dia sesatkan dengan (perumpamaan) itu selain orang-orang fasik”* Terjemah Kemenag 2002.

Dalam Tafsir Jalalain disebutkan bahwa Allah SWT tidak segan menjadikan nyamuk sebagai perumpamaan, atau bahkan yang lebih kecil dari nyamuk. Allah SWT mengangkat nyamuk sebagai perumpamaan karena terdapat hikmah di dalamnya. Orang yang beriman akan meyakini kebenaran perumpamaan itu dari Allah SWT, sedangkan orang-orang yang kafir akan mempertanyakan dengan ingkar manfaat dari perumpamaan

tersebut. Sedangkan orang-orang yang fasik disesatkan oleh perumpamaan Allah SWT itu merupakan orang yang keluar dari ketaatan terhadap Allah SWT.

Berdasarkan ayat tersebut dapat diketahui bahwasanya Allah SWT menciptakan semua makhluk yang ada di muka bumi ini bukan tanpa alasan. Seperti halnya mikroorganisme atau bakteri yang lebih kecil dari nyamuk sekalipun diciptakan oleh Allah SWT bukan tanpa manfaat. Bakteri dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai antibakteri, antibiotik, atau lain sebagainya jika manusia tersebut mau mempelajari dan memanfaatkannya.

Bakteri yang memiliki peran menguntungkan salah satunya adalah bakteri endofit. Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup dengan bersimbiosis di dalam jaringan tanaman inang tanpa menyebabkan kerugian. Bakteri endofit dapat masuk ke dalam jaringan tanaman dengan melalui akar, dan dapat masuk melalui bagian tanaman yang terpapar oleh udara secara langsung seperti daun, bunga, batang, dan kotiledon. Bakteri endofit hidup bersimbiosis mutualisme dengan tanaman inang, dimana tanaman inang mendapatkan senyawa bioaktif atau metabolit sekunder yang dapat menjaga dan memperkuat tanaman inang dari cekaman dan serangan penyakit, serta bakteri endofit dapat memperoleh nutrisi dari hasil metabolisme tanaman inannya (Desriani dkk, 2014). Mikroba endofit khususnya bakteri endofit memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan mikroba lain karena bakteri endofit dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti senyawa antimikroba, antibiotik, antivirus, antiparasit, enzim pelisis, dan protein penghambat lain.

Pembentukan senyawa metabolit sekunder bakteri endofit ini dikode oleh sejumlah gen yang terdapat pada DNA kromosom atau DNA plasmid (Demain, 1998).

Bakteri endofit melawan mikroba patogen dengan cara menghambat sintesis dinding sel, mengganggu permeabilitas membran mikroba, mengganggu metabolisme sel dan menghambat sintesis protein dalam sel mikroba. Pemanfaatan bakteri endofit sebagai agensia biofactory senyawa aktif ini sangat yang memiliki siklus hidup singkat menguntungkan karena dapat menghemat waktu produksi dan jumlah senyawa bakteri yang diproduksi dapat dibuat dalam skala besar tanpa menggunakan ruang yang luas. Keuntungan lain yang diperoleh dari pengembangan bakteri endofit penghasil bakteri adalah dapat menjaga kelestarian tanaman obat termasuk tanaman *Jatropha multifida* Linn (Fitriyah, 2015).

Jatropha multifida Linn atau tanaman yodium memiliki nama lain yaitu betadin, jarak cina, atau jarak tintir. Tanaman yodium adalah tanaman herbal yang dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional karena memiliki banyak khasiat. Bagian-bagian dari tanaman ini yang bisa digunakan adalah daun, getah, batang, dan minyak bijinya dapat digunakan untuk mengobati infeksi pada luka terbuka, karies gigi, dan berbagai kondisi peradangan pada kulit (Ivan, 2019). Tanaman yodium mempunyai banyak manfaat, karena memiliki kandungan senyawa yang berbeda-beda pada setiap bagian tanamannya (Andiana, 2018).

Tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit atau infeksi yang

disebabkan oleh bakteri. Hal ini karena kandungan senyawa aktif dalam (*Jatropha multifida* L.) yang bersifat sebagai antimikroba. Berdasarkan penelitian, tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) mengandung senyawa metabolit sekunder (fitokimia) α -amirin, kampesterol, 7 α -diol, stigmaterol, β -sitosterol, dan HCN. Batangnya mengandung alkaloid, flavonoid, tannin, dan saponin. Selain itu tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) juga mempunyai efek farmakologis diantaranya sebagai anti inflamasi, penghambat pendarahan dan penurun panas (Hariana, 2006).

Beberapa masyarakat pedesaan di Indonesia memanfaatkan tanaman ini sebagai obat untuk luka baru. Tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) banyak digunakan oleh masyarakat Aceh untuk mengobati luka baru. Mikroorganisme yang ada di sekeliling luka dapat masuk ke dalam tubuh sehingga kulit, jaringan pengikat, otot, saraf, pembuluh darah, tendon, dan selaput tulang dapat dijangkitnya dan menyebabkan infeksi (Syarfati, 2011). Salah satu bakteri yang bisa menginfeksi terbuka luka adalah *Staphylococcus aureus*, bakteri Gram positif yang dapat merusak lapisan mukosa kulit pada luka terbuka. Selain bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus*, bakteri Gram negatif *Pseudomonas aeruginosa* juga dapat menyebabkan infeksi pada luka terbuka dan infeksi nosokomial pada kulit (Ivan, 2019). Infeksi luka terbuka pada kulit yang disebabkan oleh bakteri dapat menyebabkan bakteremia. Bakteremia atau sepsis dapat terjadi apabila infeksi oleh bakteri sudah menyebar melalui pembuluh darah dan mengenai organ tubuh lainnya dan menyebabkan infeksi berat atau sepsis. Penting untuk menggali kemampuan

senyawa metabolit sekunder untuk menghambat pertumbuhan bakteri pathogen penyebab iritasi *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*, serta mengetahui efek farmakologisnya (Balk, 2000).

Tanaman yodium (*Jatropha multifida* Linn) mengandung senyawa bioaktif alkaloid, flavonoid, tanin dan saponin (Hariana, 2013). Isolasi tanaman yodium (*Jatropha multifida* Linn) dilakukan dengan mengambil bagian getah, dan batang muda dari tanaman. Hal ini dikarenakan Akumulasi metabolit sekunder pada saat fase generatif berkaitan dengan pertahanan tanaman terhadap patogen dan untuk menarik polinator (serangga penyerbuk). Rata-rata kadar flavonoid bagian tumbuhan muda lebih tinggi dibandingkan dengan kadar flavonoid pada bagian tumbuhan tua (Hasan, 2017).

Getah dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) yang diambil secara langsung dari tanamannya banyak digunakan oleh masyarakat untuk mengobati luka baru. Hal ini karena getah jarak cina mengandung *jatrophine* yang dapat meningkatkan jumlah trombosit. Trombosit akan mengeluarkan adenosin difosfat (ADP), yang menyebabkan permukaan trombosit melekat pada lapisan trombosit yang pertama sehingga dapat mempercepat pembekuan darah. Kandungan metabolit sekunder dalam getah yodium antara lain flavonoid, tanin, dan saponin dapat mempercepat terbentuk keropeng pada luka serta dapat berfungsi sebagai antiseptic pada luka terbuka tersebut (Syarfati, 2011).

Sedangkan pada bagian batang tanaman yodium (*Jatropha multifida* Linn) memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri Gram positif. Hal ini dapat dibuktikan dengan

terbentuknya zona hambat atau zona bening pada konsentrasi ekstrak tanin tanaman yodium 0,7 mg/ml terhadap *Staphylococcus aureus* diameter 15 mm dengan kategori kuat sedangkan terhadap *Echericia coli* diameter 7 mm dengan kategori sedang (Fahriya, 2011). Menurut penelitian Fitria (2016), batang tanaman yodium (*Jatropha multifida* Linn) paling efektif diekstraksi menggunakan etil asetat yang menunjukkan kandungan metabolit sekunder tinggi yang termasuk dalam golongan alkaloid, flavonoid, fenol, dan terpenoid.

Berdasarkan penelitian sebelumnya Rokhana (2019), uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol batang tanaman yodium (*Jatropha multifida* Linn) menggunakan metode difusi *Kirby bauer* mempunyai potensi sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* yang ditunjukkan dengan adanya zona bening di sekitar disk cakram pada konsentrasi 40% (10mm) 60% (12 mm) , 80% (14mm), 100% (17 mm). Karena khasiatnya tersebut maka peneliti tertarik untuk mengkaji lebih lanjut tentang isolasi dan identifikasi bakteri endofit dari tanaman yodium (*Jatropha mulfida* L.) sebagai penghasil senyawa antibakteri.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat ditarik rumusan masalah dari penelitian yang berjudul “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Tanaman Yodium (*Jatropha mulfida* L.) sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri” ini adalah:

1. Bakteri endofit genus apa yang dapat diisolasi dari tanaman yodium (*Jatropha mulfida* L.)?

2. Bagaimana kemampuan senyawa aktif yang dihasilkan oleh bakteri endofit dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) sebagai penghasil senyawa antibakteri?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan diatas, maka tujuan dari penelitian yang berjudul “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.) sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri” ini adalah:

1. Untuk mengetahui genus bakteri endofit dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) sebagai penghasil senyawa antibakteri.
2. Untuk mengetahui kemampuan senyawa aktif yang dihasilkan oleh bakteri endofit dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) sebagai penghasil senyawa antibakteri.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian yang berjudul “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.) sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri” ini adalah:

1. Menambah pengetahuan mengenai bakteri endofit pada tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) dan potensinya dalam menghambat pertumbuhan bakteri pathogen seperti bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus aureus*.

2. Menambah pengetahuan mikrobiologi khususnya di bidang bakteri endofit dan yang memiliki potensi sebagai antibakteri.

1.5. Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan terfokus, maka perlu dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Tanaman yang digunakan adalah tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.).
2. Bagian tanaman yang digunakan adalah batang, dan getah tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.).
3. Bakteri uji yang digunakan adalah bakteri pathogen *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus aureus*.
4. Aktivitas antibakteri oleh bakteri endofit pada tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) pada bakteri uji *Pseudomonas aeruginosa*., *Staphylococcus aureus* ditandai dengan adanya zona hambat yang terbentuk.
5. Pengukuran zona hambat digunakan untuk menentukan kategori zona hambat yang terbentuk.
6. Analisis data dilakukan berdasarkan tabel dan gambar hasil yang didapatkan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Bakteri Endofit

Bakteri endofit adalah bakteri yang mampu menghasilkan metabolit sekunder atau senyawa bioaktif yang sama dengan tanaman inangnya dan memiliki aktivitas yang lebih besar dibandingkan aktivitas senyawa tanaman inangnya (Leonita, 2015). Beberapa jenis bakteri endofit dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri, antimalaria, dan antifungi. Mikroba endofit dapat berupa bakteri atau jamur. Keuntungan dari pemanfaat endofit ini adalah kita dapat mendapatkan kandungan aktif suatu tanaman tanpa membutuhkan tanaman tersebut dalam jumlah banyak untuk digunakan sebagai simplisia. Bakteri endofit dapat diisolasi dari berbagai jenis tanaman mulai dari monokotil hingga dikotil (Oktavia, 2018).

Bakteri endofit terdapat di jaringan tanaman seperti akar, daun, batang, bunga, dan biji serta merupakan pelindung bagi tanaman inang dari cekaman lingkungan dan kompetisi antar mikroba. Bakteri endofit hidup bersimbiosis mutualisme dengan tanaman inang, dimana tanaman inang mendapatkan senyawa bioaktif atau metabolit sekunder yang dapat menjaga dan memperkuat tanaman inang dari cekaman dan serangan penyakit, serta bakteri endofit dapat memperoleh nutrisi dari hasil metabolisme tanaman inannya. Bakteri endofit sebagai penghasil

senyawa bioaktif berpotensi untuk dikembangkan sebagai produser bahan baku obat (Widowati, 2016).

2.2 Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.)

2.2.1 Morfologi Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.)

Tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) merupakan tanaman tahunan dengan tinggi mencapai 2 meter. Tanaman yodium memiliki akar tunggang. Tanaman yodium berbatang bulat dan berkayu dengan pangkal yang membesar, bergetah dan bekas tempat menempelnya daun tampak jelas. Tanaman yodium memiliki daun tunggal berwarna hijau yang letaknya tersebar, memiliki tepi daun rata, dengan pertulangan menjari, pangkal daun membulat, ujung daunnya runcing, dan panjang daunnya sekitar 15 – 20 cm. Tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) memiliki bunga majemuk yang berbentuk malai, dan bertangkai diujung cabang. Tanaman yodium memiliki kepala sari yang berbentuk tapal kuda, dan benang sari yang berjumlah delapan. Tanaman yodium memiliki tiga buah putik yang berukuran pendek, bunganya berwarna merah, dan kelopak bunganya bercangap (Maryani, 2013).



Gambar 2.1 Tanaman Yodium (*Jatropha multifida*)

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Klasifikasi tanaman yodium menurut Dewi (2014), adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Euphorbiales

Famili : Euphorbiaceae

Genus : *Jatropha*

Spesies : *Jatropha multifida* (Linnaeus, Sp.

P1. 1006. 1753)

2.2.2 Habitat Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.)

Tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) merupakan tanaman hias di Afrika tenggara dan Australia utara. Tanaman yodium dapat tumbuh pada daerah beriklim tropis dengan curah hujan tahunan sekitar 944 dan 3121 mm. Tanaman yodium dapat

tumbuh pada ketinggian 0 – 800 m dpl. Tanaman ini dapat tumbuh pada pH tanah berkisar 6-7 dengan drainase yang baik. Di Indonesia, tanaman ini biasanya tumbuh liar disekitar pekarangan rumah karena perakaran tanaman ini rentan terhadap genangan air (Maryani, 2013).

2.2.3 Kandungan Kimia Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.)

Kandungan kimia yang dimiliki tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) antara lain adalah alpha amirin, stigmaterol, kampesterol, HCN, dan 7 alpha diol dan betasitosterol. Pada setiap bagian tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) memiliki kandungan kimia yang berbeda-beda sehingga membuat tanaman yodium mempunyai fungsi sebagai antimikroba. Ekstrak dari berbagai bagian tanaman yodium memiliki aktifitas antimikroba terhadap berbagai jenis bakteri patogeni (Arianingsih, 2015).

Uji fitokimia pada daun yodium (*Jatropha multifida* L.) menunjukkan tanaman yodium mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin. Sedangkan getah yodium (*Jatropha multifida* L.) yang langsung diambil dari tanamannya banyak digunakan oleh masyarakat untuk mengobati luka baru (Maryam, 2016). Aktivitas penyembuhan luka tersebut diperantarai oleh berbagai kandungan senyawa yang terdapat pada bagian-bagian pada tanaman tersebut yaitu cyclic peptide, phenolics, dan glucosides. Dan batang yodium (*Jatropha multifida* L.) mengandung senyawa biaktif seperti Japodagrone, Multifidone, Multifolone Jatrogrossidentadione, Multidione dan makrosiklik diterpenoid. Batang *Jatropha multifida* L. diketahui memiliki aktivitas antibakteri

terhadap beberapa bakteri Gram positif. Serta bagian lateks (*Jatropha multifida* L.) diketahui dapat menghasilkan aktivitas penyembuhan luka dan efek hemostatik (Fitria, 2016).

Telah diciptakan oleh Allah SWT berbagai macam tumbuh-tanaman yang memiliki banyak manfaat bagi manusia di bumi. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Al-An'am: 99

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا
نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّتٍ مِنْ أَعْنَابٍ
وَالزَّيْتُونِ وَالرُّمَّانِ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ
فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya : *“Dan Dialah yang menurunkan air dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang kurma, mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.”* Terjemah Kemenag 2002.

Tafsir menurut M. Quraish Shihab dalam kitab Tafsir Al-Misbah menyatakan ayat tersebut terlebih dahulu menyebut tumbuh-tanaman setelah itu baru menyebut beberapa jenis buah diantaranya yaitu kurma, anggur, zaitun dan delima. Zaitun merupakan pohon yang mengandung berbagai manfaat bagi manusia. Beliau juga mengatakan zaitun adalah sebaik-baik buah

yang dijadikan Allah dan didalamnya terdapat makanan dan minyak yang sangat berkualitas untuk kesehatan (Shihab, 2002).

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah SWT telah menurunkan air hujan untuk menumbuhkan segala macam jenis tanaman seperti pohon anggur, zaitun, dan delima yang serupa dan tidak serupa di bumi untuk dimanfaatkan sebaik mungkin oleh manusia. Hal tersebut menunjukan bukti yang nyata bahwa Allah SWT maha kuasa atas semua yang ada di bumi ini bagi orang-orang mempercayai-Nya. Segala macam jenis tanaman tersebut memiliki banyak manfaat seperti halnya tanaman yodium (*Jatropha multifida*) yang dapat digunakan sebagai obat pada luka terbuka untuk menghentikan pendarahan dan mencegah infeksi.

2.3 Isolasi Mikroba

Proses pemurnian atau pemisahan satu mikroba dengan mikroba yang lain sehingga menjadi isolat mikroba murni (sekumpulan sel yang berasal dari individu yang sama) merupakan proses isolasi mikroba (Lim, 1998). Mikroba ditumbuhkan dalam media pertumbuhan selektif atau media yang mengandung nutrisi yang diperlukan oleh mikroba disebut medium. Terdapat berbagai jenis medium, medium isolasi mikroba yang digunakan adalah medium yang sesuai dengan mikroba yang akan diisolasi atau ditumbuhkan. Proses isolasi mikroba ini dilakukan di dalam laboratorium untuk mencegah terjadinya kontaminasi oleh mikroba lain yang tidak diinginkan (Volk, 1993).

Beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mengisolasi mikroba antara lain adalah (Dwiyana, 2011):

1. Metode Piringan Goresan (*Streak plate method*)

Metode piringan goresan (*streak plate method*) dilakukan dengan cara dicairkan medium yang akan digunakan dan didinginkan pada suhu 45°C, kemudian dituangkan ke dalam cawan petri yang sudah steril dan dibiarkan hingga memadat. Selanjutnya diinokulasikan biakan campuran dengan menggunakan kawat gelang atau jarum ose, teknik goresan dilakukan diatas semua permukaan medium. Terdapat beberapa metode atau teknik goresan yang bertujuan untuk memperkecil jumlah koloni mikroba dari tiap goresan yang dilakukan, sehingga goresan yang terakhir diharapkan koloni tunggal mikroba yang tumbuh dan saling terpisah satu sama lain antar koloni untuk memudahkan proses penghitungan jumlah koloni mikroba yang tumbuh.

2. Metode Tuang (*pour-plate method*)

Metode tuang (*pour plate method*) merupakan metode isolasi mikroba yang dilakukan dengan cara diinokulasi biakan campuran mikroba ke dalam tabung uji yang telah berisi media cair yang telah didinginkan terlebih dahulu pada suhu 45°C dan diaduk untuk memisahkan mikroba ke seluruh medium. Campuran mikroba tersebut selanjutnya dituang ke dalam cawan petri yang telah disterilkan dan dibiarkan hingga memadat. Metode tuang ini juga bertujuan untuk memisahkan antar koloni mikroba sehingga menjadi koloni tunggal untuk mendapatkan biakan atau isolate murni. Secara umum, setelah dilakukannya metode tuang kemudian dilakukan metode goresan kembali diambil dari koloni mikroba hasil metode tuang untuk memperoleh biaka atau isolate yang murni.

2.4. Bakteri Uji

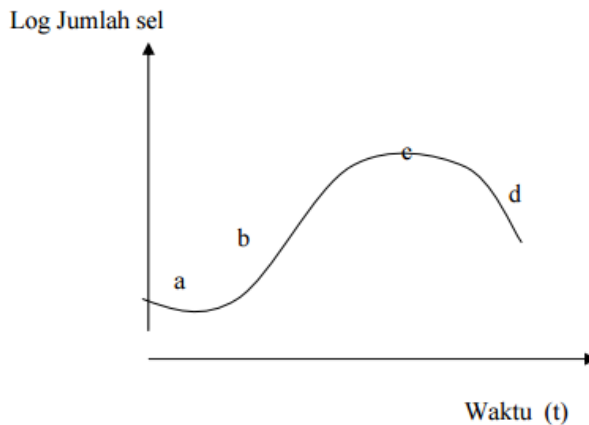
Secara mikroskopis, bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri Gram negatif yang berbentuk batang dan memiliki warna merah muda. *Pseudomonas aeruginosa* tidak dapat memfermentasi laktosa dan glukosa (Hayati, 2016). *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri patogen yang bersifat oportunistik, kemunculan penyakit dimulai dengan adanya gangguan atau kelainan dari sistem pertahanan tubuh yang normal. Bakteri ini menempel dan membentuk koloni pada membran mukosa atau kulit, menginvasi secara lokal, dan menyebabkan penyakit sistemik. (Brooks *et al.*, 2013).

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram positif berbentuk bulat berdiameter 0,7-1,2 μm , tersusun dalam kelompok-kelompok yang tidak teratur seperti buah anggur. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri fakultatif anaerob, non motil atau tidak bergerak, dan tidak membentuk spora. Bakteri ini tumbuh pada suhu optimum 37 °C, pada suhu kamar (20-25 °C) dapat membentuk pigmen paling baik. Koloni bakteri ini berwarna abu-abu sampai kuning keemasan, berbentuk bulat atau coccus, halus, cembung, dan berkilau. *Staphylococcus aureus* juga mempunyai selaput tipis atau kapsul polisakarida yang berperan dalam virulensi bakteri (Jawetz *et al.*, 2008).

Bakteri genus *Staphylococcus* mengandung polisakarida dan protein yang bersifat antigenik yang merupakan substansi penting di dalam struktur dinding sel. Peptidoglikan merupakan suatu polimer polisakarida yang mengandung subunit-subunit yang tergabung, merupakan eksoskeleton yang kaku pada dinding

sel. Peptidoglikan dirusak oleh asam kuat atau lisozim. Hal tersebut penting dalam patogenesis infeksi, yaitu merangsang pembentukan interleukin-1 (pirogen endogen) dan antibodi opsonik, juga dapat menjadi penarik kimia (kemotraktan) leukosit polimorfonuklear, mempunyai aktifitas mirip endotoksin dan mengaktifkan komplemen (Dewi, 2013).

2.5. Kurva Pertumbuhan Bakteri



Gambar 2.2 Kurva Pertumbuhan Bakteri. Menunjukkan empat fase pertumbuhan, yaitu: a= fase lag; b=fase log/eksponensial; c=fase stasioner/tetap dan d=fase death/kematian populasi (sumber: Brock, 1991).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2020 sampai dengan bulan Mei 2020 di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif. Deskriptif kualitatif berupa eksplorasi dengan cara isolasi dan karakterisasi bakteri endofit dari batang dan getah tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.) yang diambil dari pekarangan rumah warga di Jalan Sunan Ampel Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. Serta uji metabolit sekunder yang dihasilkan bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.). Dan deskriptif kuantitatif berupa aktivitas antibakteri bakteri endofit tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.) terhadap bakteri uji *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel bebas

Variabel bebas antara lain adalah tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.), bakteri uji *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*.

3.3.2 Variabel terikat

Variabel terikat antara lain adalah senyawa antibakteri yang dihasilkan oleh bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman

yodium (*Jatropha multifida* L.), dan zona hambat atau zona bening yang terbentuk dari uji aktivitas antibakteri endofit yang telah diisolasi dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.).

3.3.3 Variabel kontrol

Variabel kontrol antara lain adalah waktu inkubasi, suhu inkubasi, media isolasi, media isolat bakteri uji *Pseudomonas aeruginosa.*, *Staphylococcus aureus.*, media isolat bakteri endofit dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.).

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan adalah Cawan Petri, Laminar Air Flow (LAF), Vacuum Evaporator, Alat bedah 1 set, Incubator, Mikropipet, Erlenmayer, Gelas Ukur, Tip, Botol Flakon, Tube, Microwave, Safety Tools, Timbangan Analitik, Spatula, Vortex, Freezer, Sentrifugasi, Elektroforesis, hot plate, gunting, bunsen, Autoclave, Pipet Volum, Hot Plate Stirer.

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain yaitu batang, dan getah dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.), isolat bakteri *Pseudomonas aeruginosa.*, *Staphylococcus aureus.*, akuades, alkohol 70%, Media NA, Media NB, etanol 96%, Na-hipoklorit, garam steril, kloramfenikol, kertas cakram, kertas label, plastik wrap, kasa, aluminium foil, kapas steril, tisu.

3.5 Prosedur

Prosedur yang dilakukan dalam isolasi dan identifikasi bakteri endofit pada tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) adalah :

3.5.1 Isolasi dan Pemurnian Bakteri Endofit

Bagian tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) yang digunakan adalah batang muda dan getah. Sampel tanaman dalam keadaan segar dibersihkan dengan air mengalir kemudian dipotong bagian batang muda dan ditimbang sebanyak 10 Gram. Setelah itu, sampel dihancurkan dengan cara ditumbuk menggunakan mortar dan alu. Sampel yang telah hancur selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat dengan menggunakan akuades hingga pengenceran 10^{-5} kemudian ditanam pada media NA. Sampel getah dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-5} . Media yang sudah ditanami sampel batang dan getah tersebut kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Koloni bakteri endofit yang telah tumbuh selanjutnya dimurnikan satu per satu dan dipindahkan dalam media agar miring NA (Desriani, 2014).

3.5.2 Penapisan Isolat Bakteri Endofit

Peremajaan isolat bakteri endofit dan bakteri uji (*Pseudomonas aeruginosa*., *Staphylococcus aureus*) dilakukan dengan menginokulasi bakteri ke dalam media NA lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu $28-30^{\circ}\text{C}$. Koloni bakteri uji yang tumbuh dipindahkan ke dalam media Nutrient-Broth (NB). Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan menambahkan masing-masing 0,4 ml kultur bakteri uji ke dalam 80 ml media NA, kemudian dituang ke dalam cawan petri steril sebanyak 20 ml dan dibiarkan memadat. Isolat bakteri endofit diinokulasikan dengan ose ke dalam media yang telah berisi bakteri uji yang selanjutnya diinkubasi pada suhu $28-30^{\circ}\text{C}$ selama 24-48 jam. Zona hambat

dapat diukur berdasarkan diameter zona bening yang terbentuk di sekitar isolat bakteri endofit. Isolat bakteri endofit yang positif menunjukkan zona hambat terhadap semua patogen merupakan isolat potensial (Leonita, 2015).

3.5.3 Identifikasi Morfologi dan Biokimia

Prosedur yang dilakukan dalam identifikasi morfologi dan biokimia bakteri endofit pada tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) adalah:

3.5.3.1 Pewarnaan Gram

Disterilkan, dikeringkan alat-alat kaca yang akan digunakan dan diberi label. Kemudian dipijarkan jarum ose di api bunsen. Ditetesi objek glass dengan NaCl, dan kemudian dikeringkan objek glassnya. Selanjutnya diambil 1 ose isolat dan dikering-keringkan objek glass. Kemudian difiksasi di atas permukaan api bunsen dan ditetaskan objek glass dengan Cristal Violet, dan ditunggu sampai kering (60 detik). Selanjutnya dibasuh dengan air mengalir dan pewarna iodine, didiamkan sampai 60 detik. Selanjutnya dibasuh dengan air mengalir dan ditetaskan objek glass dengan alcohol 70%, dan ditunggu selama 60 detik. Kemudian dibasuh dengan air mengalir dan ditetesi safranin, dan ditunggu sampai 60 detik. Selanjutnya dibasuh kembali dengan air mengalir dan diamati dibawah pengamatan mikroskop (Suhaeni, 2016).

3.5.3.2 Pewarnaan Endospora

Pewarnaan endospora dilakukan dengan diberi tetesan larutan malachite green dan diulang 2 kali. Kemudian dipindah ke dalam gelas preparat dan diberi pewarna malachite green dan

dibiarkan beberapa menit sampai kering. Kemudian preparat diberi tetesan pewarna safranin dan diamkan selama 90 detik, preparat selanjutnya dicuci dengan air mengalir selama 30 detik. Preparat dikeringkan dan diamati dibawah mikroskop (Suhaeni, 2016).

3.5.3.3 Uji Katalase

Uji Katalase dilakukan dengan cara ditetaskan hidrogen peroksida (H_2O_2) 3% pada obyek glass yang telah disterilkan dengan alkohol. Isolat dioleskan pada obyek glass yang sudah ditetesi hidrogen peroksida. Suspensi dicampur secara perlahan, jika terbentuk gelembung gas maka bakteri tersebut positif katalase dan jika tidak terbentuk gelembung gas maka bakteri tersebut negatif katalase (Pratama, 2015).

3.5.3.4 Uji Hidrolisis Gelatin

Uji hidrolisis gelatin dengan cara diinokulasikan isolat bakteri endofit pada medium komposisi gelatin dan NB dan diinkubasi 72 jam kemudian didinginkan dalam lemari es selama 30 menit dan diamati apakah terjadi pencairan gelatin atau tidak (Suhaeni, 2016).

3.5.4 Kurva Pertumbuhan Bakteri

Kurva pertumbuhan bakteri dibuat untuk bakteri endofit yang telah didapatkan dari inokulasi tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.). Masing-masing bakteri di ambil sebanyak satu ose dan diinokulasikan kedalam 10 mL NB. Kultur tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dalam kondisi dishaker dengan kecepatan 180 rpm. Sebanyak 1 mL kultur dimasukkan kedalam 450 mL NB dan diukur optikal densitinya pada panjang gelombang 600 nm (OD600) dengan spektrofotometri UV-Vis tiap 2 jam sekali.

Kurva dibuat dengan absorbansi sebagai fungsi waktu. Apabila biakan telah mencapai fase kematian yang ditandai dengan adanya penurunan absorbansi maka pengukuran dihentikan (Ashari, 2013).

3.5.5 Uji Kualitatif Metabolit Sekunder Bakteri Endofit

Prosedur yang dilakukan dalam uji kualitatif metabolit sekunder adalah:

3.5.4.1 Uji Alkaloid

Uji kualitatif bakteri endofit dilakukan dengan uji alkaloid, dengan cara sebanyak 1 ml sampel isolat bakteri endofit pada saat fase stasioner dan ditetesi pereaksi wagner atau pereaksi Dragendorff. Uji alkaloid dapat dinyatakan positif apabila terbentuk endapan berwarna merah atau jingga (Harborne, 1987).

3.5.4.2 Uji Flavonoid

Uji flavonoid dilakukan dengan cara diambil sampel bakteri endofit pada saat fase stasioner sebanyak 1 ml ditambahkan methanol panas sebanyak 1-2 mL serta ditambahkan serbuk logam Mg, asam klorida pekat sebanyak 0,5 mL kemudian dikocok dan dibiarkan hingga larutan memisah dan terjadi perubahan warna. Uji flavonoid dikatakan positif apabila terbentuk warna merah atau jingga (Harborne, 1987).

3.5.4.3 Uji Tanin

Uji tanin dilakukan dengan cara dimasukkan sebanyak 1,5 ml isolat sampel bakteri endofit pada saat fase stasioner berupa sampel pekat dalam tabung reaksi dan ditetesi akuades panas, didinginkan kemudian disaring, setelah itu ditambahkan NaCl 10% dan disaring kembali. Uji tanin dapat dikatakan positif apabila

terbentuknya warna hijau kehitaman atau biru kehitaman (Harborne, 1987).

3.5.4.4 Uji Saponin

Uji saponin dilakukan dengan cara sebanyak 1 ml isolat sampel bakteri endofit pada saat fase stasioner berupa sampel pekat dalam tabung reaksi ditambahkan 5 mL akuades dan dikocok dengan kuat selama 30 detik secara vertikal. Uji saponin positif apabila ditandai dengan terbentuknya busa yang stabil sekitar 30 detik dan tidak hilang ketika ditambahkan 1 tetes asam klorida atau HCl 1 M (Harborne, 1987).

3.5.6 Ekstraksi Bakteri Endofit

Isolat bakteri endofit pada fase stasioner yang potensial diinkubasi dalam media NB selama 48 jam pada suhu 28-30°C. Selanjutnya disentrifugasi dengan kecepatan 3600 rpm selama 10 menit. Supernatan yang terpisah kemudian dipindahkan ke corong pemisah dan diekstraksi dengan larutan etil asetat (1:1 v/v). Ekstrak yang diperoleh selanjutnya diuapkan pada vacuum-evaporator pada suhu 40°C

3.5.7 Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi cakram dengan cara mengukur diameter zona bening yang terbentuk atau diameter penghambatan dari ekstrak tersebut. Media NA yang mengandung bakteri dituangkan ke dalam cawan petri steril dan dibiarkan memadat. Selanjutnya kertas cakram direndam dengan ekstrak senyawa antibakteri selama 1 jam kemudian diletakkan pada

media yang telah diberi bakteri uji tersebut dan diinkubasi dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24-48 jam. Kloramfenikol 60 µg/ml digunakan sebagai kontrol positif dan pelarut etil asetat digunakan sebagai kontrol negatif (Leonita, 2015).

3.6 Teknik Analisis

Hasil identifikasi didapatkan berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif antara lain pengamatan morfologis secara makroskopis (warna, bentuk koloni, ukuran koloni) dan secara mikroskopis (pewarnaan Gram dan pewarnaan endospora) dan uji biokimia (uji katalase, dan uji hidrolisis gelatin). Data kuantitatif antara lain pengukuran zona hambat yang terbentuk dengan menggunakan rumus (Desniar, 2012):

$$Lz = Lav - Ld$$

Keterangan :

Lz = Diameter zona hambat (mm)

Lav = Diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar kertas cakram

Ld = Diameter kertas cakram

Zona bening atau zona hambat yang terbentuk dapat diamati dengan mengamati zona bening disekitar kertas cakram secara horizontal dan vertikal dengan menggunakan penggaris atau jangka sorong (Radji M, 2010). Hasil pengukuran zona hambat bertujuan untuk menentukan kategori zona hambat yang terbentuk. Kategori daya hambat bakteri menurut A'lana (2017), adalah daya hambat bakteri ≥ 20 mm merupakan kategori sangat kuat, daya hambat bakteri 10-20 mm merupakan kategori kuat,

daya hambat bakteri 5-10 mm merupakan kategori sedang, dan daya hambat bakteri ≤ 5 mm merupakan kategori lemah.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Bakteri Endofit Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.)

4.1.1 Isolasi Bakteri Endofit Pada Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.)

Bakteri endofit yang berhasil diisolasi dari batang dan getah tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) dapat dilihat pada tabel hasil 4.1. Hasil isolasi dan pemurnian bakteri endofit yang dilakukan, didapatkan 3 isolat bakteri endofit dari sampel batang tanaman yodium dengan kode isolat BY-3, BY-4, dan BY-5. Sedangkan pada sampel getah tanaman yodium didapatkan 5 isolat bakteri endofit dengan kode isolat GY-3, GY1-4, GY2-4, GY1-5, dan GY2-5.

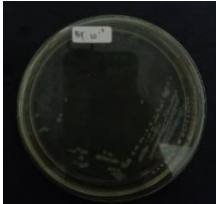
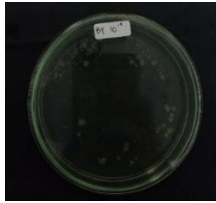
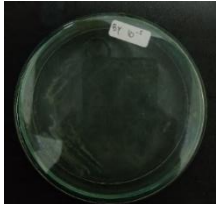
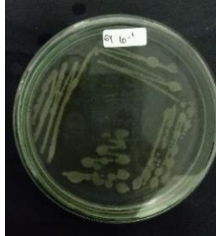
Tabel 4.1 Hasil Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Yodium
(*Jatropha multifida* L.)


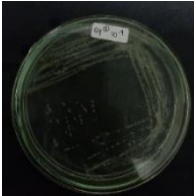


Jenis Sampel	Jumlah Isolat Bakteri	Kode Isolat
Batang Yodium (<i>Jatropha multifida</i>)	3 Isolat	BY-3
		BY-4
		BY-5
Getah Yodium (<i>Jatropha multifida</i>)	5 Isolat	GY-3
		GY1-4
		GY2-4
		GY1-5
		GY2-5

4.1.2 Karakteristik Makroskopik

Setelah dilakukan isolasi didapatkan 8 isolat bakteri endofit, 3 isolat dari sampel getah dan 5 isolat dari sampel batang yang telah dimurnikan. 8 isolat tersebut kemudian diidentifikasi berdasarkan karakteristik makroskopis dan mikroskopis. Bakteri hasil isolasi perlu dilakukan identifikasi untuk mengetahui karakteristik masing-masing koloni. Salah satu cara yang digunakan yaitu dengan melakukan pengamatan pada morfologi koloni mikroba hasil isolasi. Sifat-sifat koloni bakteri yang tumbuh di permukaan medium ialah seperti besar kecilnya koloni, bentuk koloni, kenaikan permukaan, dan halus kasarnya permukaan koloni tersebut (Lestari dan Hartati, 2017). Hasil identifikasi secara makroskopis ditunjukkan oleh tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Identifikasi Bakteri Endofit cecara Makroskopis

No	Kode Isolat	Bentuk Koloni	Warna Koloni	Tepi Koloni	Permukaan Koloni	Gambar Isolat
1.	BY-3	Bulat	Krem	Rata	Cembung	
2.	BY-4	Tidak beraturan	Krem	Berombak	Cembung	
3.	BY-5	Tidak beraturan	Krem	Tidak beraturan	Cembung	
4.	GY-3	Tidak beraturan	Krem	Berombak	Cembung	

No	Kode Isolat	Bentuk Koloni	Warna Koloni	Tipe Koloni	Permukaan Koloni	Gambar
5.	GY1-4	Bulat	Putih	Rata	Cembung	
6.	GY2-4	Bulat	Krem	Rata	Cembung	
7.	GY1-5	Bulat	Putih krem	Rata	Cembung	
8.	GY2-5	Bulat	Krem	Rata	Cembung	

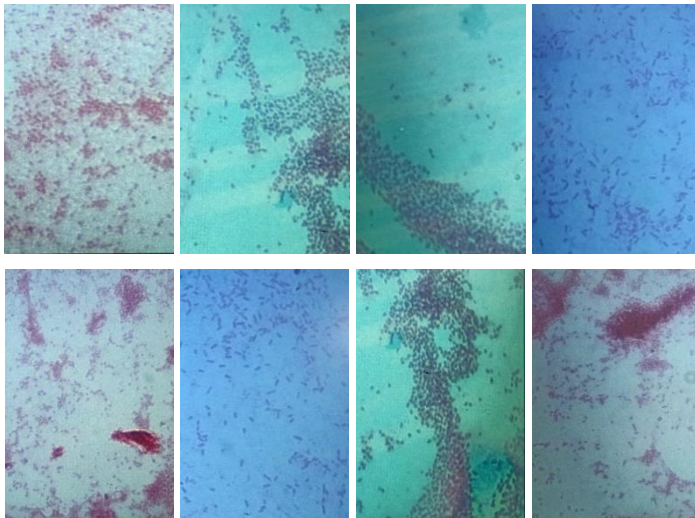
4.1.3 Karakteristik Mikroskopis

Berdasarkan isolasi bakteri dari getah dan batang tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) didapatkan 8 isolat bakteri endofit yang telah dilakukan uji makroskopiknya (Tabel 4.2).

Selanjutnya isolate tersebut diamati secara mikroskopik. Uji mikroskopis yang dilakukan yaitu dengan pewarnaan Gram dan pewarnaan endospore. Tujuan dari pewarnaan Gram ini adalah untuk mempermudah melihat bakteri secara mikroskopik, melihat ukuran, bentuk, struktur, serta sifat-sifat fisik dan kimia bakteri dengan zat warna. Dalam pewarnaan Gram, bakteri Gram positif akan berwarna ungu dan bakteri Gram negatif akan berwarna merah. Bakteri memiliki beberapa bentuk yaitu batang (bacillus), bulat (coccus), dan lengkung (spirillum). Bakteri yang berbentuk batang (bacillus) dibagi atas diplobacillus dan triplobacillus. Pada bentuk bulat (coccus) dibagi atas monococcus, diplococcus, dan staphylococcus (bentuknya berantai seperti buah anggur). Serta bentuk lengkung (spirillum) dibagi menjadi dua yaitu setengah lengkung dan tidak melengkung (Bulele, 2019). Hasil isolat bakteri endofit berdasarkan pengamatan mikroskopik yang diperoleh dari getah dan batang tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Identifikasi Bakteri Endofit secara Mikroskopis

No	Pengamatan	Isolat							
		BY-3	BY-4	BY-5	GY-3	GY-1-4	GY-2-4	GY-1-5	GY-2-5
1.	Pewarnaan Gram	-	+	+	+	-	+	+	-
2.	Pewarnaan Endospora	-	-	+	+	-	+	+	-
3.	Bentuk Sel	Bulat	Bulat	Bulat	Batang	Bulat	Batang	Bulat	Bulat

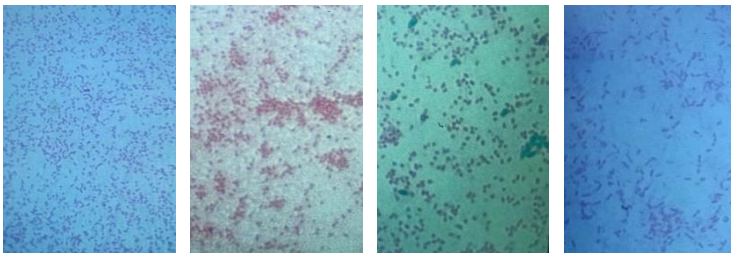


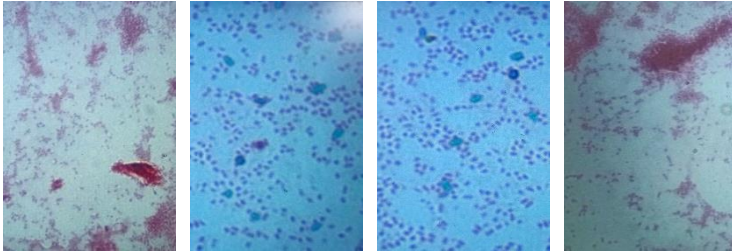
Gambar 4.1. Hasil Pewarnaan Gram (dari Gambar Kiri ke Kanan BY-3, BY-4, BY-5, GY-3, GY1-4, GY2-4, GY1-5 dan GY2-5).

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.1 tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat isolat bakteri Gram positif dan isolate bakteri negatif. Adapun isolat bakteri Gram positif adalah BY-4, BY-5, GY-3, GY2-4, dan GY1-5. Isolat bakteri Gram positif berwarna ungu dikarenakan dinding sel pada bakteri Gram positif mampu menyerap kristal violet pada saat pewarnaan. Sedangkan isolat bakteri Gram negatif adalah BY-3, GY1-4, GY2-5. Berbeda dengan bakteri Gram positif, bakteri Gram negatif berwarna merah dikarenakan bakteri Gram negative mempunyai dinding sel yang mampu menyerap safranin pada saat pewarnaan. Hal ini sesuai dengan menurut Pratita (2012), perbedaan dinding sel pada bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif dapat mempengaruhi kemampuan bakteri dalam menyerap reagen. Bakteri Gram positif

berwarna ungu karena mampu mempertahankan pewarna kristal violet. Sedangkan bakteri Gram negatif berwarna merah karena mampu menyerap pewarna safranin.

Perbedaan penyerapan warna oleh bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif dalam pewarnaan Gram disebabkan karena komponen penyusun dan struktur dinding sel pada bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif berbeda. Terdapat kandungan peptidoglikan yang tebal pada dinding sel bakteri Gram positif sedangkan pada bakteri Gram negatif dinding sel memiliki kandungan lipid yang tinggi (Cappuccino dan Sherman, 2013). Pada proses pewarnaan saat pemberian kristal violet kedua jenis bakteri menyerap kristal violet dengan baik. Akan tetapi pada saat ditetaskan alkohol dinding sel bakteri Gram positif mengalami dehidrasi karena kandungan lipid yang rendah sehingga membuat pori-pori bakteri Gram negative mengecil dan mengurangi permeabilitas membran sel nya dan kristal violet tetap berada dalam sel bakteri Gram positif tersebut sehingga bakteri Gram positif tetap berwarna ungu. Hal tersebut berbanding terbalik dengan bakteri Gram negatif, karena bakteri Gram negatif memiliki kandungan lipid yang lebih tebal (Putri, 2018).





Gambar 4.2. Hasil Pewarnaan Endospora (dari Gambar Kiri ke Kanan BY-3, BY-4, BY-5, GY-3, GY1-4, GY2-4, GY1-5 dan GY2-5).

Setelah dilakukan pengamatan mikroskopik pewarnaan kemudian dilanjutkan dengan pengamatan mikroskopis pewarnaan endospora. Berdasarkan gambar 4.2 tersebut diketahui terdapat spora pada 3 isolat bakteri endofit yaitu isolat BY-5, GY2-4, dan GY1-5. Dan tidak ditemukan spora pada 5 isolat bakteri endofit yaitu isolate BY-3, BY-4, GY-3, GY1-4, dan GY2-5. Endospora hanya dimiliki oleh beberapa jenis bakteri tertentu. Endospora bakteri memiliki dinding yang tebal, sangat refraktif, dan sangat resisten. Bakteri yang memiliki endospora diantaranya adalah *Bacillus*, *Clostridium*, dan *Sporosarcina*. Endospora pada bakteri tersebut mampu digunakan sebagai sel vegetatif sehingga dapat bereproduksi dalam beberapa generasi (Pelczar dan Chan, 2013).

Malachite green adalah pewarna khusus yang digunakan dalam pewarnaan endospora. Pewarna malachite green mampu diserap oleh bakteri yang memiliki endospora yang tidak mudah menyerap pewarna. Dalam pewarnaan endospora, pewarna yang digunakan adalah malachite green dan safranin. Pewarna safranin

digunakan sebagai pembanding untuk pewarna bakteri yang tidak memiliki endospora. Bakteri yang memiliki endospora akan berwarna hijau karena mempertahankan pewarna malachite green. Sedangkan bakteri yang tidak memiliki endospora akan berwarna merah (Pratita, 2012).

4.1.4 Biokimia

Setelah dilakukan pengamatan makroskopis dan mikroskopik kemudian dilanjutkan dengan uji biokimia, yaitu uji katalase dan uji hidrolisis gelatin. Dari uji tersebut didapatkan semua isolat bakteri endofit positif katalase, 7 isolat bakteri endofit positif hidrolisis gelatin, dan 1 isolat bakteri endofit negative hidrolisis gelatin yaitu isolate GY2-4. Hasil uji biokimia ditunjukkan oleh tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Biokimia Bakteri Endofit

No.	Pengamatan	Isolat							
		BY -3	BY- 4	BY- 5	GY -3	GY 1-4	GY 2-4	GY 1-5	GY 2-5
1.	Uji Katalase	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Uji Hidrolisis Gelatin	+	+	+	+	+	-	+	+

4.1.4.1 Kandungan Katalase Bakteri Endofit Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.)

Pada pengujian katalase diketahui semua hasil isolat menunjukkan karakteristik katalase positif ditandai dengan terbentuknya gelembung gas pada tiap isolat. Reaksi positif pada uji katalase ditunjukkan dengan terbentuknya gelembung isolat

yang menunjukkan terbentuknya oksigen sebagai hasil dari pemecahan H_2O_2 oleh enzim katalase yang diproduksi bakteri endofit tersebut. Hal ini sesuai dengan menurut Hadioetomo (1993), uji katalase dapat dikatakan positif ditandai dengan terbentuknya gelembung-gelembung oksigen dan dikatakan negatif ditandai dengan tidak terbentuknya gelembung-gelembung oksigen pada isolat bakteri.

Uji katalase dilakukan dengan menggunakan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) dan kerja enzim katalase. Hidrogen Peroksida (H_2O_2) dapat bersifat racun dalam sel karena mampu mengganggu kerja enzim. Hidrogen peroksida terbentuk saat metabolisme aerob, sehingga mikroorganisme yang tumbuh dalam lingkungan aerob pasti menguraikan bahan tersebut. Enzim katalase dapat mengurai H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 sehingga aman untuk sel. Uji katalase dilakukan pada beberapa bakteri yang berbentuk bulat seperti *Staphylococcus* dan hampir semua genus *Staphylococcus* merupakan positif katalase (Dewi, 2013).

4.1.4.2 Kandungan Hidrolisis Gelatin Bakteri Endofit Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.)

Pada uji biokimia hidrolisis gelatin didapatkan hasil 7 isolat bakteri endofit menunjukkan karakteristik positif hidrolisis gelatin, dan 1 isolat bakteri endofit menunjukkan karakteristik negatif hidrolisis gelatin, yaitu isolate GY2-4. Dikatakan positif uji hidrolisis apabila media cair tetap cair setelah diletakkan di dalam lemari es selama beberapa menit dan dikatakan negatif uji hidrolisis gelatin apabila media gelatin membeku saat diletakkan di dalam lemari es. Apabila gelatin terhidrolisis oleh bakteri maka gelatin akan tetap

cair. Larutan gelatin bersifat cair jika diletakkan pada suhu ruang atau suhu kamar dan akan padat jika diletakkan di dalam lemari es (Hadioetomo, 1993).

Gelatin adalah protein yang dapat dihasilkan oleh hidrolisis kolagen, dan merupakan komponen utama pada jaringan ikat manusia dan hewan. Di bawah suhu 25°C gelatin akan mempertahankan sifat gelnya yang merupakan suatu padatan, pada temperatur di atas 25°C gelatin akan berbentuk cair. Pencairan tersebut disebabkan karena beberapa mikroorganisme dapat menghasilkan enzim ekstraseluler proteolitik atau disebut gelatinase, yang bekerja untuk menghidrolisis protein menjadi asam amino (Cappuccino dan Sherman, 2013).

Gelatin memiliki kandungan asam amino yang terdiri dari glisin 26-34%, prolin 10-18%, hidroksiprolin 7-15%, alanin 8-11%, arginin 8-9%, asam aspartat 6-7% dan asam glutamat 10-12% (Ulfah, 2011). Hidrolisat gelatin adalah hasil gelatin yang diproses secara kimia, pemanasan, atau biokimia. Enzim jarang digunakan dalam proses pembuatan hidrolisat gelatin, sehingga perlu adanya sebuah penelitian tentang kemampuan enzim dalam menghidrolisis gelatin (Prihanto, 2011).

Berdasarkan karakteristik yang telah dilakukan dapat ditentukan genus bakteri endofit yang telah diisolasi dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.). Penentuan genus bakteri mengacu pada Bergey's Manual of Determinative Bacteriology edisi ke-7 (1953). Dapat diketahui bahwa isolat BY-3, GY1-4, dan GY2-5 merupakan genus *Veillonella* sp. yang memiliki bentuk bulat, bakteri Gram negatif, tidak terdapat endospora, positif katalase,

dan positif hidrolisis gelatin. Hal ini diperkuat dengan literature menurut Chalmers (2008), *Veillonella* sp. adalah bakteri Gram negatif (Gram stain pink) kokus anaerobik, tidak seperti kebanyakan Firmicutes, yang merupakan bakteri Gram-positif. *Veillonella* sp. banyak ditemukan di permukaan dasar lidah, lekukan pipi dan gusi (buccal mucosa), permukaan gigi.

Selanjutnya isolate BY-4 merupakan genus *Micrococcus* sp. yang memiliki karakteristik berbentuk bulat, bakteri Gram positif, tidak terdapat endopsora, negatif katalase, dan positif hidrolisis gelatin. Genus *Micrococcus* sp. memiliki ciri-ciri berbentuk bulat, sel tersusun tunggal, tetrad, bergerombol, berukuran 0,5-2,0 μm .. merupakan bakteri Gram positif, tidak terdapat endospore, dan jarang yang motil. Koloni bakteri ini biasanya berwarna kuning atau merah, hidup secara aerob, positif katalase, dan positif oksidase (Thoyib, 2007).

Isolate BY-5 dan GY1-5 merupakan genus *Staphylococcus* sp. yang memiliki karakteristik berbentuk bulat, bakteri Gram positif, terdapat endopsora, positif katalase, dan positif hidrolisis gelatin. *Staphylococcus* sp. merupakan bakteri Gram positif berbentuk bulat berdiameter 0,7-1,2 μm . *Staphylococcus* sp. merupakan bakteri fakultatif anaerob, non motil atau tidak bergerak, dan tidak membentuk spora (Jawetz, 2008).

Isolat GY-3 merupakan genus *Bacillus* sp. yang memiliki karakteristik berbentuk basil atau batang, bakteri Gram positif, terdapat endopsora, positif katalase, dan positif hidrolisis gelatin. Hal ini sesuai dengan literature menurut Holt et al. (1994), genus

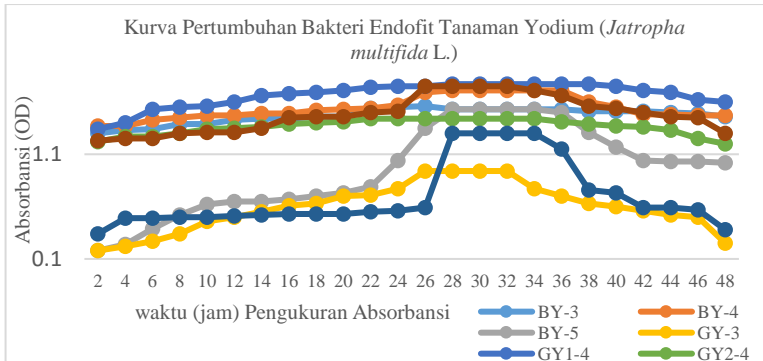
Bacillus sp. memiliki sel berbentuk batang atau basil, berukuran 0,5-2,5 x 1,2-10 µm, tersusun berantai atau berpasangan. Terdapat endospora berbentuk oval atau bulat, merupakan bakteri Gram positif, motil, positif katalase, aerob atau anaerob fakultatif, serta bersifat kemoorganotrofik.

Isolat GY2-4 merupakan genus *Clostridium* sp. yang memiliki karakteristik berbentuk batang, bakteri Gram positif, terdapat endopsora, positif katalase, dan tidak terhidrolisis gelatin. Menurut Cowan (1992), *Clostridium* sp. adalah bakteri Gram positif, terdapat endospore, berbentuk batang, anaerob, motil, dan dapat bersifat patogen. *Clostridium* sp. positif katalase, positif uji H₂S, positif uji methyl red dan positif uji citrate.

4.2 Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.)

4.2.1 Kurva Pertumbuhan Bakteri Endofit

Pembuatan kurva pertumbuhan bakteri dilakukan untuk mengetahui fase yang tepat pengambilan metabolit sekunder untuk uji aktivitas antibakteri. Kurva pertumbuhan bakteri endofit pada tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) dibuat berdasarkan pengukuran absorbansi (OD) setiap 2 jam yaitu pada waktu 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, dan 48 jam dengan menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm. Pengukuran tersebut dilakukan untuk melihat fase-fase yang terjadi pada waktu tersebut. Hasil pengukuran absorbansi pada sampel bakteri endofit tanaman yodium dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Kurva Pertumbuhan Bakteri Endofit

Pertumbuhan mikroorganisme terbagi menjadi 4 macam fase (Pratiwi, 2008) yaitu fase lag, fase log atau eksponensial, fase stasioner atau tetap, dan fase death atau kematian. Hasil pengukuran absorbansi (OD) menggunakan spektrofotometer menunjukkan bahwa tiap bakteri berbeda fase pertumbuhannya, fase log pertumbuhan isolat bakteri endofit berada pada rentang waktu 2-18 jam. Selama fase ini bakteri mulai menyesuaikan diri pada lingkungan dan mengalami kenaikan yang cukup stabil. Fase log atau eksponensial bakteri endofit, terjadi perbedaan rentan fase tiap isolat bakteri endofit yaitu pada rentang waktu 20-28, dimana bakteri mulai mengalami peningkatan pertumbuhan yang cukup tinggi dengan cara membelah diri. Setelah fase eksponensial, kemudian terjadi bakteri terjadi fase stasioner (konstan), terjadi perbedaan rentan fase tiap isolat bakteri yaitu rentan 26-38. Kemudian terjadi penurunan yang dapat berarti bakteri telah memasuki fase death atau kematian, yaitu pada rentan jam ke 40-48. Pengukuran kurva pertumbuhan bakteri yang dilakukan menggunakan alat spektrofotometer untuk mengukur

nilai absorbansi (OD) dengan menggunakan panjang gelombang 600 nm, bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan dari bakteri merupakan salah satu metode pengukuran pertumbuhan bakteri secara tidak langsung, sehingga dengan metode ini sulit untuk membedakan antara jumlah bakteri yang hidup dan jumlah bakteri yang mati (Iqlima, 2017).

Adanya perbedaan fase pertumbuhan bakteri endofit disebabkan karena kemampuan bakteri yang berbeda-beda dalam berkembang biak, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh media tumbuh serta nutrisi yang terkandung pada media tersebut. Faktor pertumbuhan bakteri juga dapat dipengaruhi oleh pH dan suhu. Suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri adalah 37° C. Selain itu, kemampuan dalam membelah diri dan menyesuaikan diri dalam bertahan hidup pada lingkungan juga dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri tersebut (Iqlima, 2017).

4.2.2 Kandungan Fitomikia bakteri endofit tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.)

Senyawa aktif biologis itu merupakan metabolit sekunder yang meliputi alkaloid, flavonoid, terpenoid, tannin, dan saponin. Kandungan senyawa metabolit sekunder dalam tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) dapat diketahui dengan melakukan metode uji fitokimia. Adapun metode uji fitokimia yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji alkaloid, uji flavonoid, uji tannin, dan uji saponin.

Setelah dilakukan pengamatan kurva pertumbuhan bakteri endofit kemudian dilanjutkan dengan uji fitokimia, yaitu uji alkaloid, flavonoid, tannin, dan saponin. Dari uji tersebut didapatkan hasil

semua isolate positif mengandung alkaloid, semua isolate bakteri endofit positif mengandung flavonoid, semua isolate bakteri endofit positif mengandung tannin, 4 isolat bakteri endofit positif mengandung saponin, diantaranya adalah BY-5, GY2-4, GY1-5, dan GY2-5. Hasil uji fitokimia ditunjukkan oleh tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Fitokimia Bakteri Endofit

No	Pengamatan	Isolat							
		BY-3	BY-4	BY-5	GY-3	GY-1-4	GY-2-4	GY-1-5	GY-2-5
1.	Alkaloid	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Flavonoid	+	+	+	+	+	+	+	+
3.	Tannin	+	+	+	+	+	+	+	+
4.	Saponin	+	-	-	-	-	+	+	+

Setelah dilakukan pengamatan fitokimia uji alkaloid, didapatkan hasil bahwa semua isolat bakteri endofit positif mengandung metabolit sekunder alkaloid. hal ini dibuktikan dengan terbentuknya endapan berwarna merah kecoklatan. Pembentukan endapan ini terjadi karena terbentuknya senyawa kompleks dari reaksi senyawa alkaloid dengan ion logam K⁺ pada masing-masing pereaksi yang digunakan (Prayoga, 2019).

Perbedaan pertumbuhan dapat terjadi karena adanya perbedaan mekanisme penghambatan oleh senyawa-senyawa yang ada di dalam ekstrak. Alkaloid berfungsi sebagai antibakteri dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk

secara utuh dan menyebabkan terjadinya lisis atau kematian sel (Dwidjoseputro, 2003).

Mekanisme kerja pada flavonoid sebagai antibakteri yaitu dengan cara membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut sehingga dapat merusak membran sel pada bakteri dan mengakibatkan keluarnya senyawa intraseluler. Pada penelitian lain, mekanisme flavonoid dapat menghambat fungsi membran sel dengan cara merusak permeabilitas membran sel dan merusak ikatan enzim seperti phospholipase ATPase. Flavonoid dapat merusak metabolisme energi pada bakteri dengan cara menghambat pemanfaatan oksigen oleh bakteri. Flavonoid juga dapat merusak sitokrom C reduktase sehingga menghambat pembentukan metabolisme. Bakteri membutuhkan energi untuk biosintesis makromolekul (Dwidjoseputro, 2003).

Mekanisme kerja antibakteri oleh tanin yaitu dengan cara mempreitasi protein. Antibakteri oleh tanin dapat mempengaruhi reaksi dengan membran sel, inaktivasi fungsi materi genetik dan inaktivasi enzim. Mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri adalah dengan cara menghambat enzim reverse transkriptase dan DNA topoisomerase sehingga tidak terbentuk sel pada bakteri. Tanin memiliki kemampuan untuk menginaktifkan adhesin sel mikroba, menginaktifkan enzim, dan mengganggu transport protein pada lapisan dalam sel sehingga dapat berfungsi sebagai antibakteri. Tanin juga dapat merusak polipeptida dinding sel bakteri dan mengakibatkan kurang sempurnanya pembentukan dinding sel. Hal ini dapat menyebabkan sel bakteri menjadi lisis atau pecah

karena adanya tekanan osmotik maupun fisik sehingga sel bakteri akan mati. Kompleksasi dari ion besi dengan tanin dapat menjelaskan toksisitas tanin. Mikroorganisme yang tumbuh di bawah kondisi aerobik membutuhkan zat besi untuk berbagai fungsi, termasuk reduksi dari prekursor ribonukleotida DNA. Enzim reverse transkriptase dan DNA topoisomerase sel bakteri tidak dapat terbentuk oleh kapasitas pengikat besi yang kuat oleh tanin (Mahmud, 2013).

Mekanisme kerja saponin sebagai antibakteri yaitu dapat menyebabkan kebocoran protein dan enzim dari dalam sel. Saponin dapat menjadi anti bakteri karena zat aktif permukaannya mirip detergen, akibatnya saponin akan menurunkan tegangan permukaan dinding sel bakteri dan merusak permeabilitas membran. Rusaknya membran sel ini sangat mengganggu kelangsungan hidup bakteri. Saponin berdifusi melalui membran luar dan dinding sel yang rentan kemudian mengikat membran sitoplasma sehingga mengganggu dan mengurangi kestabilan membran sel. Hal ini menyebabkan sitoplasma bocor keluar dari sel yang mengakibatkan kematian sel. Agen antimikroba yang mengganggu membran sitoplasma bersifat bakterisida (Mahmud, 2013).

Mikroba endofit mampu memproduksi metabolit sekunder spesifik seperti tanaman inang. Kemampuan mikroba endofit tersebut disebabkan adanya proses transformasi genetik pada mikroba endofit. Transformasi genetik ini terjadi karena penyesuaian diri mikroba endofit terhadap lingkungan baru. Tanaman yang secara kontinyu melepaskan metabolit

sekundernya, menyebabkan mikroba endofit mengalami transformasi genetik dengan cara mengambil urutan DNA eksternal kedalam sel mikroba endofit. Transformasi genetik inilah yang menyebabkan mikroba endofit mampu memproduksi metabolit sekunder yang sama dengan tanaman inangnya (Afzal, dkk., 2014).

4.3 Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.) terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus aureus*

Aktivitas antibakteri isolate bakteri endofit dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) terhadap bakteri pathogen *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus aureus* seperti pada tabel 4.6.

Berdasarkan tabel 4.6 tersebut dapat diketahui bahwa pada isolate BY-3 yang diujikan pada bakteri pathogen *Pseudomonas aeruginosa* terbentuk zona bening dengan diameter 5,52 mm merupakan kategori sedang, dan pada bakteri uji *Staphylococcus aureus* terbentuk zona bening dengan diameter 7,46 mm merupakan kategori sedang. Pada isolate BY-4 yang diujikan pada bakteri pathogen *Pseudomonas aeruginosa* terbentuk zona bening dengan diameter 1,11 mm merupakan kategori lemah, dan pada bakteri uji *Staphylococcus aureus* terbentuk zona bening dengan diameter 7,59 mm merupakan kategori sedang.

Tabel 4.6 Hasil Uji Aktivits Antibakteri Bakteri Endofit

No.	Isolate Bakteri Endofit	Bakteri Uji	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
1.	BY-3	5,52 mm (Kategori Sedang)	7,46 mm (Kategori Sedang)
2.	BY-4	1,11 mm (Kategori Rendah)	7,59 mm (Kategori Sedang)
3.	BY-5	1,91 mm (Kategori Rendah)	1,56 mm (Kategori Rendah)
4.	GY-3	5,13 mm (Kategori Sedang)	8,19 mm (Kategori Sedang)
5.	GY1-4	0 mm (Kategori Rendah)	1,91 mm (Kategori Rendah)
6.	GY2-4	5,33 mm (Kategori Sedang)	8,19 mm (Kategori Sedang)
7.	GY1-5	1,79 mm (Kategori Rendah)	8,87 mm (Kategori Sedang)
8.	GY2-5	3,49 mm (Kategori Rendah)	5,07 mm (Kategori Sedang)
9.	Kontrol +	10,07 mm (Kategori Sedang)	12,03 mm (Kategori Kuat)
10.	Kontrol -	0 mm (Kategori Rendah)	0 mm (Kategori Rendah)

Pada isolate BY-5 yang diujikan pada bakteri pathogen *Pseudomonas aeruginosa* terbentuk zona bening dengan diameter 1,91 mm merupakan kategori lemah, dan pada bakteri uji

Staphylococcus aureus terbentuk zona bening dengan diameter 1,56 mm merupakan kategori lemah. Pada isolate GY-3 yang diujikan pada bakteri pathogen *Pseudomonas aeruginosa* terbentuk zona bening dengan diameter 5,13 mm merupakan kategori sedang, dan pada bakteri uji *Staphylococcus aureus* terbentuk zona bening dengan diameter 8,19 mm merupakan kategori sedang. Pada isolate GY1-4 yang diujikan pada bakteri pathogen *Pseudomonas aeruginosa* terbentuk zona bening dengan diameter 0 mm atau tidak terbentuk zona bening, dan pada bakteri uji *Staphylococcus aureus* terbentuk zona bening dengan diameter 1,91 mm merupakan kategori lemah. Pada isolate GY2-4 yang diujikan pada bakteri pathogen *Pseudomonas aeruginosa* terbentuk zona bening dengan diameter 5,33 mm merupakan kategori sedang, dan pada bakteri uji *Staphylococcus aureus* terbentuk zona bening dengan diameter 8,19 mm merupakan kategori sedang. Pada isolate GY1-5 yang diujikan pada bakteri pathogen *Pseudomonas aeruginosa* terbentuk zona bening dengan diameter 1,79 mm merupakan kategori lemah, dan pada bakteri uji *Staphylococcus aureus* terbentuk zona bening dengan diameter 8,87 mm merupakan kategori sedang. Dan pada isolate GY2-5 yang diujikan pada bakteri pathogen *Pseudomonas aeruginosa* terbentuk zona bening dengan diameter 3,49 mm merupakan kategori lemah, dan pada bakteri uji *Staphylococcus aureus* terbentuk zona bening dengan diameter 5,07 mm merupakan kategori sedang.

Besarnya diameter zona hambat yang terbentuk bergantung pada besarnya jumlah senyawa metabolit sekunder

yang tersari pada kertas cakram, sehingga dapat mempengaruhi besar kecilnya diameter hambat yang terbentuk. Mahmud (2013) menyatakan bahwa senyawa metabolit yang terkandung dalam tanaman dapat saling memperkuat, memperlemah, memperbaiki atau merubah sama sekali sehingga mengakibatkan terjadinya peningkatan atau penurunan besar zona hambat. Dan menurut Rini (2017), zona hambat dipengaruhi oleh tingginya konsentrasi senyawa antibakteri yang terkandung dalam ekstrak seperti alkaloid, tanin, flavonoid, dan saponin. Semakin tinggi konsentrasi suatu senyawa antibakteri maka aktivitas antibakterinya semakin kuat pula.

Kategori daya hambat bakteri menurut A'lana (2017), adalah daya hambat bakteri ≥ 20 mm merupakan kategori sangat kuat, daya hambat bakteri 10-20 mm merupakan kategori kuat, daya hambat bakteri 5-10 mm merupakan kategori sedang, dan daya hambat bakteri ≤ 5 mm merupakan kategori lemah.

Berdasarkan tabel 4.6 tersebut, dapat diketahui bahwa bakteri endofit pada tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) lebih berpengaruh pada bakteri uji *Staphylococcus aureus*. Mekanisme masuknya antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif berbeda, menurut Nychas (2000) menyatakan bahwa pada bakteri Gram positif, antibakteri dapat langsung masuk dan akan mengisi lapisan peptidoglikan kemudian berikatan dengan protein, selanjutnya dapat menyebabkan bakteri tersebut lisis. Sedangkan pada bakteri Gram-negatif antibakteri masuk melalui porin yang terdapat pada lapisan luar, kemudian masuk ke lapisan peptidoglikan dan selanjutnya membentuk ikatan dengan protein.

Menurut Alakomi (2006) membran terluar dari bakteri Gram negatif bertindak sebagai pelindung dengan adanya lipopolisakarida yang menyebabkan resistensi sel dari berbagai macam zat, namun membran terluar dari bakteri Gram negatif ini masih mungkin dapat ditembus oleh senyawa lain yang disebut permeabilizer yang dapat menghancurkan lapisan lipopolisakarida dan meningkatkan permeabilitas membran terluar bakteri Gram negatif.

Dengan terbentuknya zona bening atau zona hambat oleh bakteri endofit dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) membuktikan bahwa bakteri endofit dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.) mempunyai potensi sebagai antibakteri. Hal tersebut membuktikan bahwa tidak semua bakteri merugikan, ada pula bakteri yang dapat menguntungkan apabila manusia mau memikirkan, mempelajari dan memanfaatkannya. Oleh sebab itu, tidak ada hal yang sia-sia atas ciptaan Allah SWT. Dalam Al_Qur'an surat Ali-Imran (190- 191):

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَالاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولَى الْأَلْبَابِ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَى جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya : “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau

menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka.” Terjemah Kemenag 2002.

Menurut Tafsir Al-Muyassar, bahwa sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi yang tanpa ada contoh sebelumnya dan dalam pergantian malam dan siang dan perbedaan waktu keduanya dengan memanjang dan memendek benar-benar merupakan petunjuk dan bukti yang agung atas keesaan Allah SWT bagi orang-orang yang mempunyai berakal yang selamat.

Menurut Abdul Malik Abdul Karim Abdullah dalam kitabnya Tafsir Al-Azhar, orang yang berpikir yaitu orang-orang yang selalu mengingat Allah SWT dalam ingatannya pada saat berdiri, duduk atau berbaring sehingga selalu mengingat Allah SWT dalam pikirannya. Di sini disebut yadzkuruna yang berarti ingat, berasal dari kalimat zikir yang artinya ingat. Dan disebutkan pula bahwa zikir itu hendaklah bertali di antara sebutan dan ingatan. Ketika seseorang melihat atas kejadian langit dan bumi atau pergantian siang dan malam langsung dia teringat kepada Allah SWT yang menciptakan (Abdullah, 1999).

Di sini bertemulah dua hal yang tidak terpisahkan, yaitu zikir dan pikir. Dipikirkan semua yang terjadi itu, maka lantaran dipikirkan timbul ingatan sebagai kesimpulan dari berpikir. Yaitu bahwa semua itu tidaklah terjadi sendirinya, melainkan ada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pencipta (Abdullah, 1999).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa sudah sepatutnya manusia bersyukur atas segala nikmat dan pemberian Allah SWT yang telah diciptakan dengan sebaik-baik mungkin untuknya. Manusia merupakan makhluk ciptaan Allah SWT yang telah

dilengkapi dengan akal pikiran yang sudah seharusnya dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya seperti digunakan untuk berfikir dan mempelajari semua yang telah Allah SWT ciptakan dengan sebaik-baiknya di alam semesta agar kita mengetahui betapa kuasa Allah SWT dan betapa besar kekuasaan Allah yang ada di langit maupun di bumi. Selain itu juga disebutkan oleh Allah SWT dalam Al-Qur'an surat Asy-Syu'ara' (7):

وَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuhan-tumbuhan) yang baik?” Terjemah Kemenag 2002.

Dalam Tafsir Al-Muyassar atau Kementerian Agama Saudi Arabia bahwa Allah SWT berfirman dalam surat Asy-Syu'ara ayat 7 yang berisi apakah mereka semua akan terus-terusan berada dalam kekafiran dan tidak mau memperhatikan bumi, berapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuhan-tumbuhan; yang indah dipandang dan banyak manfaatnya.

Dalam ayat tersebut juga disebutkan bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai macam pasangan yang baik, seperti halnya diciptakannya siang dan malam, begitu juga diciptakan penyakit pasti ada pasangannya yaitu obat. Sebagai makhluk yang mampu mengamati dan mempelajari alam sekitar, sudah seharusnya manusia mampu memikirkan tentang kekuasaan Allah SWT, salah satunya dengan mengamati tanaman (Quthb, 2004). Menurut Shihab (2002), “Apakah mereka tidak memperhatikan bumi...” memiliki maksud bahwa Al-Qur'an mampu menyatukan antara kemampuan indra pada manusia, alam sekitar, serta hati.

Indra mampu memperhatikan keindahan tanaman sekitar, hati yang terkunci dapat terbuka dan menyadari akan kebesaran kuasa Allah dalam menciptakan alam dan seisinya. Sehingga penting bagi manusia untuk memikirkan, mempelajari, serta meneliti ciptaan Allah SWT yang ada di bumi termasuk tumbuh-tanaman. Apabila kita mau mempelajari hal tersebut maka akan mendatangkan berbagai manfaat serta merupakan amal sholeh.

Sesungguhnya maha kuasa Allah SWT atas semua ciptaanNya yang ada di langit dan di bumi. Begitu banyak bukti nyata dari kebesaran Allah SWT. Kita sebagai manusia yang dibekali oleh Allah SWT akal pikiran sudah seharusnya memikirkan dan mempelajari apa yang sudah Allah SWT ciptakan untuk kita. Semua yang telah diciptakan olehNya akan membawa manfaat bagi orang yang mau memikirkan, mempelajari, dan memanfaatkannya dengan baik. Salah satunya dengan kita memanfaatkan tanaman-tanaman yang ada di bumi ini sebagai salah satu alternatif obat atas segala penyakit. Begitu juga dengan bakteri yang sering diartikan sebagai penyebab penyakit juga dapat memberi manfaat apabila kita mau mempelajari dan memanfaatkannya. Sungguh maha besar Allah SWT atas segala sesuatu.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Didapatkan 8 isolat bakteri endofit dari tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.), diantara adalah isolat BY-3, GY1-4, dan GY2-5 yang merupakan genus *Veillonella* sp., isolat BY-4 merupakan genus *Micrococcus* sp., isolat BY-5 dan GY1-5 merupakan genus *Staphylococcus* sp., isolat GY-3 merupakan genus *Bacillus* sp., dan isolat GY2-4 merupakan genus *Clostridium* sp.
2. Isolat yang diujikan pada bakteri pathogen *Pseudomonas aeruginosa* terbentuk zona bening dengan kategori rendah pada isolat BY-4, BY-5, GY1-4, GY1-5, GY2-5 dan kategori sedang pada isolat BY-3, GY-3, dan GY2-4, serta pada bakteri uji *Staphylococcus aureus* terbentuk zona bening dengan kategori rendah pada isolat BY-5, GY1-4, dan kategori sedang pada isolat BY-3, GY-3, BY-4, GY2-4, GY 1-5, dan GY2-5.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, dikemukakan saran untuk melakukan pengujian lebih lanjut terhadap uji kuantitatif metabolit sekunder atau fitokimia dan identifikasi molekuler bakteri endofit pada tanaman yodium (*Jatropha multifida* L.).

DAFTAR PUSTAKA

- A'lna, Lu'lu', Rafika Sari., dan Pratiwi Apridamayanti. 2017. Penentuan Nilai FICI Kombinasi Ekstrak Etanol Kulit Daun Lidah Buaya (*Aloe vera* (L) Burm.f) dan Gentamisin Sulfat terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Pharm Sci Res*: ISSN 2407-2354.
- Abdullah, Abdul Malik Abdul Karim. 1999. *Tafsir Al-Azhar*. Singapura: Pustaka Nasional.
- Afzal, K., Uzair, M., Chaudary, B. A., Ahmad, A., Afzal, S., dan Saadullah, M. 2014. Genul *Ruellia* Pharmacological Importance in Ethnopharmacology. *Acta Poloniae Pharmaceutica Drug Research*. Vol: 71. No: 5.
- Alakomi, H. L., Paananen, A., Suikho, M. L., Helander, I. M., dan Saarela, M. 2006. Weakening Effect of Cell Permeabilizers on Gram-Negative Bacteria Causing Biodeterioration. *Appl Environ Microbiol*. Vol: 72, No: 7.
- Andiana, Mashita. 2018. *Perbedaan Efek Pemberian Getah Tanaman Yodium (*Jatropha multifida*), Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) dan Povidone Iodine 10% terhadap Penyembuhan Luka Sayat pada Mencit (*Mus musculus*)*. Surabaya: ProGram Studi Biologi Jurusan Sains Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- Arianingsih, Ni Wayan Eka Putri. 2015. *Pengaruh Ekstrak Daun Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus**. Gorontalo: Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ipa Universitas Negeri Gorontalo.
- Balk R, Goyette R. 2000. Multiple organ dysfunction syndrome in patients with severe sepsis: more than just inflammation. *International Congress and Symposium*. 249:37-58.
- Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 1953. 7th ed. Edited by R. S. Breed, E. G. D. Murray and N. R. Smith. Baltimore: The Williams and Wilkins Co.
- Brooks G.F., Carroll K.C., Butel J.S., Morse S.A., & Mietzner T.A., 2013. *Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology*. 26th ed. New York: Mc Graw – Hill.
- Bulele, Trijeri., Fredine E. S. Rares., dan John Porotu'o. 2019. Identifikasi Bakteri dengan Pewarnaan Gram pada

- Penderita Infeksi Mata Luar di Rumah Sakit Mata Kota Manado. *Jurnal e-Biomedik (eBm)*. Vol: 7, No: 1.
- Cappuccino, J.G. and Sherman, N. 1983. *Microbiology a Laboratory Manual*. Amsterdam: Addison-Wesley Publishing company.
- Cowan and Stell. 1992. *Manual for The identification of Medical Bacteria, Third Edition*. Cambridge University Press. Leicester, London. New York.
- Cowan and Stell. 1992. *Manual for The identification of Medical Bacteria, Third Edition*. Cambridge University Press. Leicester, London. New York.
- Demain AL. 1998. Induction of Microbial Secondary Metabolism. *Review Article. Int Microbiol*. 1: 259-264.
- Desniar. 2011. Aktivitas Bakteriosin dari Bakteri Asam Laktat asal Bekasam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. Vol: XIV. No: 124-133.
- Desriani, Dk, K. 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Tanaman Binahong dan Katepeng China. *Jurnal Kesehatan Andalas*. Vol: 3. No: 2.
- Dewi, Amalia Krishna. 2013. Isolasi, Identifikasi dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap Amoxicillin dari Sampel Susu Kambing Peranakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis Di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Sain Veteriner*. Vol: 31. No: 2.
- Dewi, Amalia Krishna. 2013. Isolasi, Identifikasi dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap Amoxicillin dari Sampel Susu Kambing Peranakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis Di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Sain Veteriner*. Vol: 2, No: 31.
- Dewi, C. 2014. Perbedaan Efek Perawatan Luka menggunakan Getah Pohon Yodium Dibandingkan dengan menggunakan Povidone Iodine 10% dalam Mempercepat Penyembuhan Luka Bersih pada Marmut. *Jurnal. Fakultas Ilmu Kesehatan Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wijaya, Kediri*.
- Dwidjoseputro, D. 2003. *Dasar - Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- Dwiyana Z., Nurhaedar. 2011. *Mikroobiologi Dasar*. Makassar: Universitas Hasanuddin.

- Fahriya, P.S., dan Shofi, M.S. (2011). *Ekstraksi zat aktif antimikroba dari tanaman yodium (Jatropha multifida Linn) sebagai bahan baku alternative antibiotik alami*. Laporan Penelitian. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Fitria, Annisa., Suparmi., Dina Nur Upziah., dan Satria Lakna Widya Lestari. 2016. Studi Aktivitas Dan Analisis Kandungan Senyawa Antioksidan Batang *Jatropha multifida* L. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol: 12. No: 2.
- Fitriyah, Nur Lailli. 2015. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit dari Rumput Kebar (Biophytum sp.) sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri terhadap Bakteri Escheria coli dan Staphylococcus aureus*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Hadioetomo, R. S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek : Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hariana, H. Arief. 2013. *Tanaman Obat dan Khasiatnya Edisi Revisi*. Jakarta : Penerbar Swadaya.
- Hasan, Fardiansjah., Sandra Arifin Aziz., dan Maya Melati. 2017. Perbedaan Waktu Panen Daun terhadap Produksi dan Kadar Flavonoid Tempuyung (*Sonchus arvensis* L.). *Jurnal Hortikultura Indonesia*. Vol: 8. No: 2.
- Hayati, Zikra., Siti Nur Jannah., dan Agung Suprihadi. 2016. Isolasi Bakteriofag Spesifik *Pseudomonas* sp. DA1 dari Biofilm pada Sistem Pengisian Air Minum Isi Ulang.. *Jurnal Biologi*. Vol: 5. No: 3.
- Holt JG, NR Krieg & PHA Sneath. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th. edition. Williams & Wilkins. Baltimore.
- Ivan., Sunarjati Sudigdoadi., dan Achmad Hussein S. Kartamihardja. 2019. Antibacterial Effect of *Jatropha multifida* L. Leaf Infusion towards *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Althea Medical Journal*. Vol: 6. No: 2.
- Iqlima, Dwi., , Puji Ardiningsih., dan Muhamad Agus Wibowo. 2017. Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit B2d dari Batang Tanaman Yakon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Rob.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Salmonella thypimurium*. *JKK*. Vol: 7. No: 1.

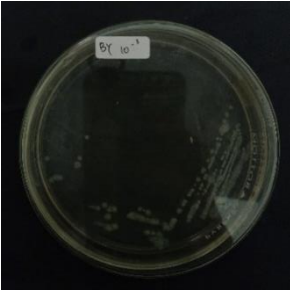
- Jawetz., Melnick., dan Adelberg. 2008. *Medical Microbiology. 24th ed.* North America: Lange Medical book.
- Leonita, Shinta., Maria Bintang., dan Fachriyan Hasmi Pasaribu. 2015. Isolation and Identification of Endophytic Bacteria from *Ficus variegata* Blume as Antibacterial Compounds Producer. *Current Biochemistry*. Vol: 2. No: 3.
- Lestari, P. B, dan Hartati, T. W. 2017. *Mikrobiologi Berbasis Inkuiri. Cet. 1.* Malang: Penerbit Gunung Samudera.
- Lim, D. 1998. *Microbiology, 2nd Edition*. New york: McGraw-hill book.
- Mahmud. 2013. Daya Hambat Dekok Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Penyebab Penyakit Mastitis pada Sapi Perah.
- Marlinda, Mira., Meiske S. Sangia., dan Audy D. Wuntua. 2012. Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Biji Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal Mipa UNSRAT Online*. Vol: 1, No: 1.
- Maryam, St., Randi Pratama., Nurmaya Effendi., dan Tadjuddin Naid. 2016. Analisis Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanolik Daun Yodium (*Jatropha multifida* L.) dengan Metode Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*. Vol: 2. No: 1.
- Maryani, C. 2013. Uji aktivitas antibakteri ekstrak jarak tintir (*Jatropha multifida* L.) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* secara *in vitro*. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan. Universitas Sanata Dharma.
- Nester, E. W., Anderson, D. G., Roberts, C. E., & Nester, M. T. 2009. *Microbiology A Human Perspective (6th Edition ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Nychas, G.J.E., dan Tassou. 2000. *Traditional Preservatives-Oils and Spices*. London: Academic Press.
- Oktavia, Nurrizqi., dan Sri Pujiyanto. 2018. Isolasi dan Uji Antagonisme Bakteri Endofit Tapak Dara (*Catharanthus roseus* L.) terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Berkala Bioteknologi*. vol: 1. No: 1.

- Pelczar Jr., Michael J., Chan E.C.S, 2013. *Dasar-dasar Mikrobiologi 1*. Jakarta: UI Press.
- Pelczar, M. J. and E. C. S. Chan. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Terjemahan Hadiutomo, R.S. Jakarta: UI Press.
- Pratama, Yuga., Purbowatiningrum Ria Sarjono a., dan Nies Suci Mulyan. 2015. Skrining Metabolit Sekunder Bakteri Endofit yang Berfungsi sebagai Antidiabetes dari Daun Mimba (*Azadirachta indica*). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. Vol: 18. No: 2.
- Pratita, M.Y.E., & Putra, S.R., 2012, Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Termofilik Dari Sumber Mata Air Panas Di Songgoriti Setelah Dua Hari Inkubasi. *Jurnal Teknik Pomits*. Vol: 1 No: 1.
- Prayoga, Dewa Gede Eka., Komang Ayu Nocianitri., dan Ni Nyoman Puspawati. 2019. Identifikasi Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Daun Pepe (*Gymnema Reticulatum* Br.) pada Berbagai Jenis Pelarut. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. Vol: 8, No: 2.
- Prihanto, Asep Awaludin., Hanan Dwi Laksono Timur., Aziz Abdul Jaziri, Rahmi Nurdiani., dan Ken Audia Pradarameswari. 2011. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Mangrove *Sonneratia alba* Penghasil Enzim Gelatinase dari Pantai Sendang Biru, Malang, Jawa Timur. *Indonesian Journal of Halal*. ISSN: 2623-162X.
- Putri, Rizka Fauzia., dan Alia Damayanti. 2017. Pencucian Membran Zeolit dengan Menggunakan Natrium Hipoklorit (Naocl) dan Larutan Lerak. *Jurnal Teknik ITS*. Vol: 6, No: 1.
- Quthb, Sayyid. 2003. *Tafsir Fi Zhilalil Qur'an di Bawah Naungan Al-Qur'an Jilid VII*. Jakarta: Gema Insani Press.
- Rini, Audia Anda Rini., Supriatno., dan Hafnati Rahmatan. 2017. Skrining Fitokimia dan Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Kawista (*Limonia acidissima* L.) dari Daerah Kabupaten Aceh Besar terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*. Vol: 2, No: 1.
- Rokhana., dan Ainiyah. 2019. Potensi Batang Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* Linn) sebagai Senyawa Antibakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 secara Invitro. *Cendekia Journal of Pharmacy*. Vol: 3. No: 1.

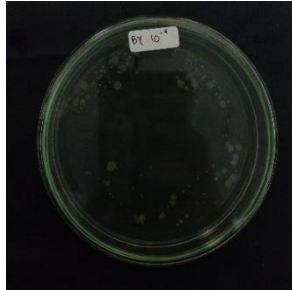
- Sarles, W.B., W. C. Frazier, J. B. Wilson, and S. G. Knight. 1956. *Microbiology General and Applied Second Edition*. New York: Harper&Brother.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah (Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an) Juz 19*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lantera Hati.
- Suyono, Yoyon., dan Farid Salahudin. 2011. Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri *Pseudomonas* pada Tanah yang Terindikasi Terkontaminasi Logam. *Jurnal Biopropal Industri*. Vol. : 02, No. 01.
- Syarfati, K. Eriani dan A. Damhoeri. 2011. The Potential of Jarak Cina (*Jatropha multifida* L.) Secretion in Healing New-Wounded Mice. *Jurnal Natural*. Vol: 11. No: 1.
- Thoyib, Hanifah., Ratna Setyaningsih., dan Suranto. 2007. Seleksi dan Identifikasi Bakteri Alkalifilik Penghasil Xilanase dari Tanah Bukit Krakitan, Bayat, Klaten. *Bioteknologi*. Vol: 4, No: 1.
- Ulfah, M. 2011. Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat dan Lama Waktu Perendaman Terhadap Sifat-Sifat Gelatin Ceker Ayam. *Agritech Journal*. Vol: 31, No: 3.
- Volk dan Wheeler. 1993. *Mikrobiologi Dasar I*. Jakarta : Erlangga.
- Widowati, Tiwit., Bustanussalam., Harmastini Sukiman., dan Partomuan Simanjuntak. 2016. Isolasi dan Identifikasi Kapang Endofit dari Tanaman Kunyit (*Curcuma longa* L.) sebagai Penghasil Antioksidan. *Biopropal Industri*. Vol: 7. No: 1.

LAMPIRAN

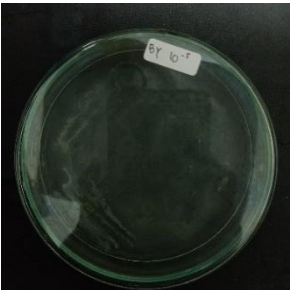
Lampiran 1. Gambar Hasil Isolasi Bakteri Endofit dari Batang dan Getah Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.)



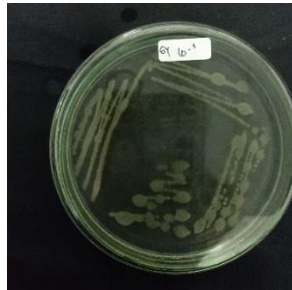
(a) Isolat Batang Yodium 10⁻³



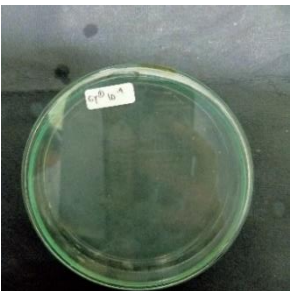
(b) Isolat Batang Yodium 10⁻⁴



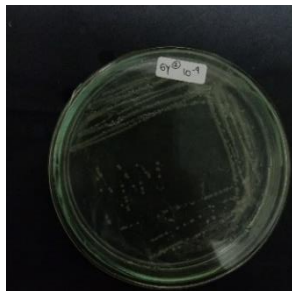
(c) Isolat Batang Yodium 10⁻⁵



(d) Isolat Getah Yodium 10⁻³



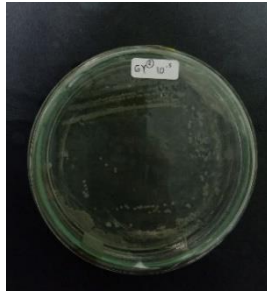
(e) Isolat Getah Yodium 10⁻⁴ (1)



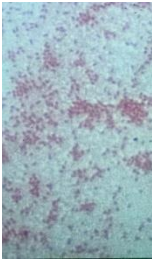
(f) Isolat Getah Yodium 10⁻⁴ (2)



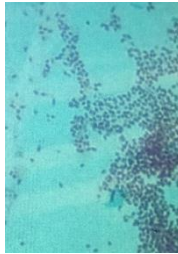
(g) Isolat Getah Yodium 10^{-5} (1)



(h) Isolat Getah Yodium 10^{-5} (2)

Lampiran 2. Gambar Hasil Pewarnaan Gram

(a) Isolat BY 10^{-3}



(b) Isolat BY 10^{-4}



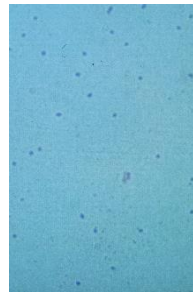
(c) Isolat BY 10^{-5}



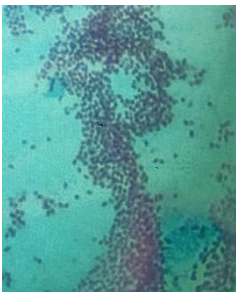
(d) Isolat GY 10^{-3}



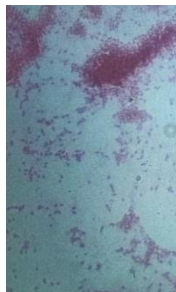
(e) Isolat GY(1) 10^{-4}



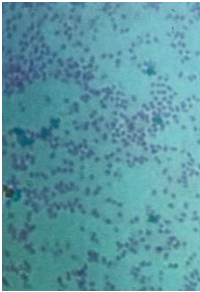
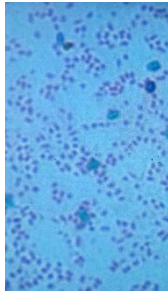
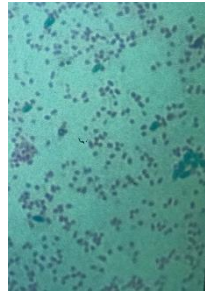
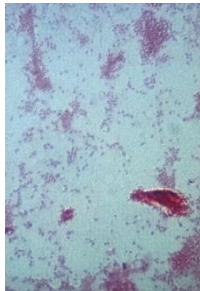
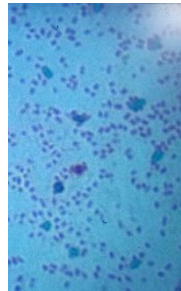
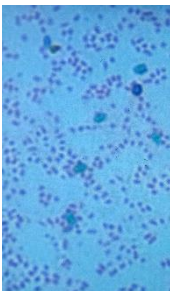
(f) Isolat GY (2) 10^{-4}

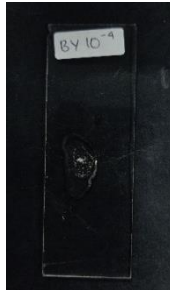
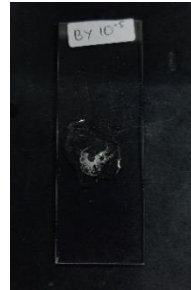
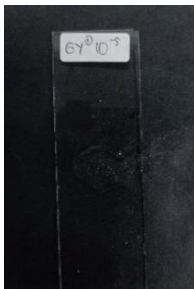
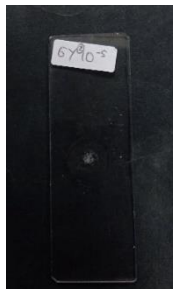


(g) Isolat GY(1) 10^{-5}



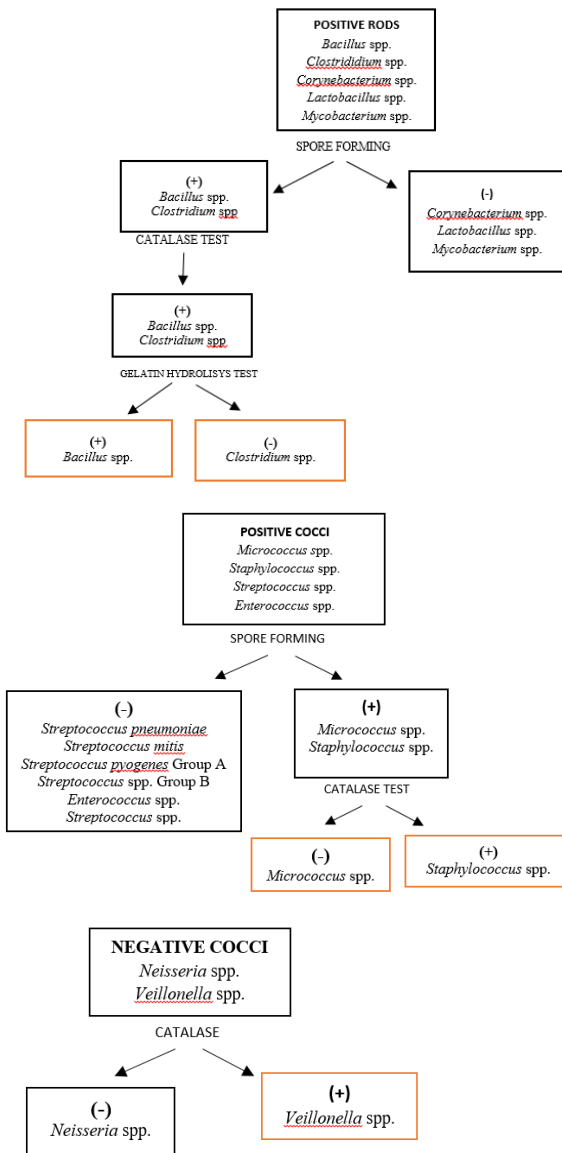
(h) Isolat GY(2) 10^{-5}

Lampiran 3. Gambar Hasil Pewarnaan Endospora(a) Isolat BY 10^{-3} (b) Isolat BY 10^{-4} (c) Isolat BY 10^{-5} (d) Isolat GY 10^{-3} (e) Isolat GY(1) 10^{-4} (f) Isolat GY (2) 10^{-4} (g) Isolat GY(1) 10^{-5} (h) Isolat GY(2) 10^{-5}

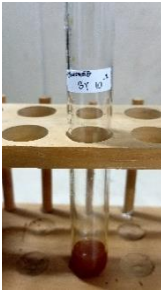
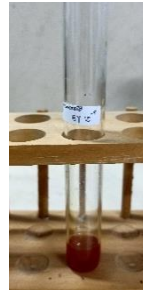
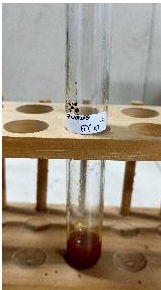
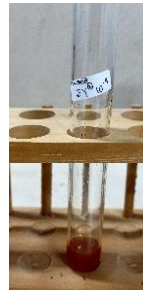
Lampiran 4. Gambar Hasil Uji Biokimia Katalase(a) Isolat BY 10^{-3} (b) Isolat BY 10^{-4} (c) Isolat BY 10^{-5} (d) Isolat GY 10^{-3} (e) Isolat GY(1) 10^{-4} (f) Isolat GY (2) 10^{-4} (g) Isolat GY(1) 10^{-5} (h) Isolat GY(2) 10^{-5}

Lampiran 5. Gambar Hasil Uji Biokimia Hidrolisis Gelatin(a) Isolat BY 10⁻³(b) Isolat BY 10⁻⁴(c) Isolat BY 10⁻⁵(d) Isolat GY 10⁻³(e) Isolat GY(1) 10⁻⁴(f) Isolat GY (2) 10⁻⁴(g) Isolat GY(1) 10⁻⁵(h) Isolat GY(2) 10⁻⁵

Lampiran 6. Diagram Hasil Karakterisasi Bakteri Endofit









Lampiran 7. Gambar Hasil Uji Metabolit Sekunder Alkaloid(a) Isolat BY 10^{-3} (b) Isolat BY 10^{-4} (c) Isolat BY 10^{-5} (d) Isolat GY 10^{-3} (e) Isolat GY(1) 10^{-4} (f) Isolat GY (2) 10^{-4} (g) Isolat GY(1) 10^{-5} (h) Isolat GY(2) 10^{-5}

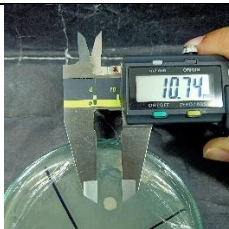

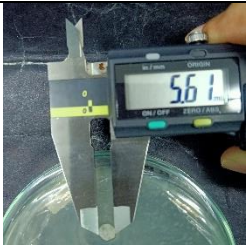



Lampiran 8. Gambar Hasil Uji Metabolit Sekunder Flavonoid(a) Isolat BY 10⁻³(b) Isolat BY 10⁻⁴(c) Isolat BY 10⁻⁵(d) Isolat GY 10⁻³(e) Isolat GY(1) 10⁻⁴(f) Isolat GY (2) 10⁻⁴(g) Isolat GY(1) 10⁻⁵(h) Isolat GY(2) 10⁻⁵







Lampiran 9. Gambar Hasil Uji Metabolit Sekunder Tanin(a) Isolat BY 10^{-3} (b) Isolat BY 10^{-4} (c) Isolat BY 10^{-5} (d) Isolat GY 10^{-3} (e) Isolat GY(1) 10^{-4} (f) Isolat GY (2) 10^{-4} (g) Isolat GY(1) 10^{-5} (h) Isolat GY(2) 10^{-5}

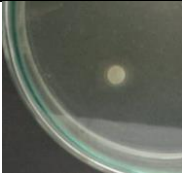

Lampiran 10. Gambar Hasil Uji Metabolit Sekunder Saponin(a) Isolat BY 10^{-3} (b) Isolat BY 10^{-4} (c) Isolat BY 10^{-5} (d) Isolat GY 10^{-3} (e) Isolat GY(1) 10^{-4} (f) Isolat GY (2) 10^{-4} (g) Isolat GY(1) 10^{-5} (h) Isolat GY(2) 10^{-5}

Lampiran 11. Gambar Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit

No.	Isolate Bakteri Endofit	Bakteri Uji	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
1.	BY-3	 $\begin{aligned} Lz &= Lav - Ld \\ &= 11,13 - 5,61 \\ &= 5,52 \text{ mm} \end{aligned}$	 $\begin{aligned} Lz &= Lav - Ld \\ &= 13,07 - 5,61 \\ &= 7,46 \text{ mm} \end{aligned}$
2.	BY-4	 $\begin{aligned} Lz &= Lav - Ld \\ &= 6,72 - 5,61 \\ &= 1,11 \text{ mm} \end{aligned}$	 $\begin{aligned} Lz &= Lav - Ld \\ &= 13,56 - 5,61 \\ &= 7,95 \text{ mm} \end{aligned}$
3.	BY-5		

		$Lz = Lav - Ld$ $= 7,52 - 5,61$ $= 1,91 \text{ mm}$	$Lz = Lav - Ld$ $= 7,17 - 5,61$ $= 1,56 \text{ mm}$
4.	GY-3	 $Lz = Lav - Ld$ $= 10,74 - 5,61$ $= 5,13 \text{ mm}$	 $Lz = Lav - Ld$ $= 13,80 - 5,61$ $= 8,19 \text{ mm}$
5.	GY1-4	 $Lz = Lav - Ld$ $= 5,61 - 5,61$ $= 0 \text{ mm}$	 $Lz = Lav - Ld$ $= 7,52 - 5,61$ $= 1,91 \text{ mm}$
6.	GY2-4	 $Lz = Lav - Ld$	 $Lz = Lav - Ld$

		$= 10,94 - 5,61$ $= 5,33 \text{ mm}$	$= 13,80 - 5,61$ $= 8,19 \text{ mm}$
7.	GY1-5	 $L_z = L_{av} - L_d$ $= 7,40 - 5,61$ $= 1,79 \text{ mm}$	 $L_z = L_{av} - L_d$ $= 14,48 - 5,61$ $= 8,87 \text{ mm}$
8.	GY2-5	 $L_z = L_{av} - L_d$ $= 9,10 - 5,61$ $= 3,49 \text{ mm}$	 $L_z = L_{av} - L_d$ $= 10,68 - 5,61$ $= 5,07 \text{ mm}$
9.	Kontrol (+)	 $L_z = L_{av} - L_d$ $= 15,68 - 5,61$ $= 10,07 \text{ mm}$	 $L_z = L_{av} - L_d$ $= 17,64 - 5,61$ $= 12,03 \text{ mm}$

10.	Kontrol (-)	 $\begin{aligned}L_z &= L_{av} - L_d \\&= 5,61 - 5,61 \\&= 0 \text{ mm}\end{aligned}$	 $\begin{aligned}L_z &= L_{av} - L_d \\&= 5,61 - 5,61 \\&= 0 \text{ mm}\end{aligned}$
-----	-------------	---	---

Lampiran 12. Gambar Bukti Konsultasi Skripsi



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Lisca Rohmatul Farikhah
NIM : 16620115
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Genap TA 2019/2020
Pembimbing : Ir. Liliek Harianie, A.R. M.P.
Judul Skripsi : Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Endofit Dari Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	13 - Jan - 2020	Konsultasi Judul	
2.	4 - Feb - 2020	Konsultasi BAB I, BAB II & BAB III	
3.	28 - Feb - 2020	Revisi BAB I, BAB II & BAB III	
4.	6 - Mar - 2020	Revisi BAB I, BAB II, & BAB III	
5.	19 - Mar - 2021	Konsultasi data hasil penelitian	
6.	07 - April - 2021	Konsultasi BAB IV	
7.	14 - Juni - 2021	Revisi BAB IV	
8.	16 - Juni - 2021	ACC	

Pembimbing Skripsi,

Ir. Liliek Harianie, A.R. M.P.
NIP. 19620901 199803 2 001

Malang, 13 Juni 2020
Ketua Jurusan

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018 200312 2 002



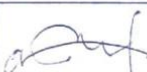

Lampiran 13. Gambar Bukti Konsultasi Agama



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Lisca Rohmatul Farikhah
NIM : 16620115
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Genap TA 2019/2020
Pembimbing : Oky Bagas Prasetyo, M. Pd.I
Judul Skripsi : Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.) sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1	5 juni 2020	Konsultasi Integrasi	
2	10 juni 2020	Revisi integrasi dan acc	
3	14 juni 2021	Konsultasi Integrasi BAB 4	
4	16 juni 2021	Revisi integrasi dan acc	

Pembimbing Skripsi,



Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I
NIP.19890113201802011 244

Malang, 21 Juni 2021
Ketua Jurusan,



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018 200312 2 002